

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN LOCALIZADA DE LOS LABORATORIOS DE DOCENCIA DE LA FACULTAD DE FARMACIA

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por los Bachilleres García F. Ismael E.
León O. Aurimar D.V.
Para optar al Título
de Ingeniero Mecánico

Caracas, 2005

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN LOCALIZADA DE LOS LABORATORIOS DE DOCENCIA DE LA FACULTAD DE FARMACIA

Tutor Académico: Prof. Félix Flores

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por los Bachilleres García F. Ismael E.
León O. Aurimar D.V.
Para optar al Título
de Ingeniero Mecánico

Caracas, 2005

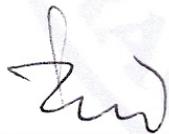
Caracas, 16 de noviembre de 2.005

ACTA

Los abajo firmantes, Miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Mecánica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por los bachilleres: *Aurimar del Valle León Ojeda e Ismael Eduardo García Fernández*, titulado:

“EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN LOCALIZADA DE LOS LABORATORIOS DE DOCENCIA DE LA FACULTAD DE FARMACIA”.

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el Plan de Estudios conducente al Título de Ingeniero Mecánico.



Prof. Rodolfo Grullón

Jurado



Prof. José Luis Perera

Jurado



Prof. Félix Flores

Tutor

DEDICATORIA

A mis padres: Celia e Ismael , quienes con su ejemplo de lucha y consejos me enseñaron que con voluntad y optimismo es posible ver nuestros sueños realizados.

A mi madre muy especialmente quien en el día a día me apoyó en cada una de mis decisiones fortaleciendo la confianza en mi para llevar a fin término este trabajo de grado.

A mi abuela Trina quien siempre a creído en lo que yo hago y puedo hacer.

A mis hermanas María Eugenia y María Gabriela, quienes significan mucho para mi y son parte de mi inspiración para seguir adelante.

A mis hermanas Haysmel, Ismelia e Ismal a quienes quiero muchísimo.

A mis mejores amigos Antonio y Carlos por creer en mi y apoyarme.

A mis amigos con quien me inicie en esta carrera, a los cuales les auguro éxito Sabri, Kathy y Richard.

A mi amiga Renghild , gracias por estar.

A dos personas a las cuales quiero mucho Lulita y Frank

A ti Naty por soportarme y seguir queriéndome, siempre contaras conmigo.

Por supuesto a ti negrita, por los incontables momentos malos que te hice pasar, pero también por todos los momentos de satisfacción que vivimos.

A mis demás amigos de la escuela en especial a mi hermano Futo.

Ismael

DEDICATORIA

A las dos personas más importantes de mi vida Auristela y María, que me han sabido guiar y proteger, y me han dado todo, este es el primero regalo de mí hacia ustedes.

A mi hermano, a quien admiro y quiero mucho, me siento muy orgullosa de ti.

A mi papá, a mis mipris Mabell, Mirelys, Diva y mis sobrinitas Fraimelys y Francis, a mi abuelita que todavía vive!, los quiero mucho.

A mis mejores amigas quienes siempre han estado para mí en todos mis momentos, Andri (enana), Marian (mostra), Beatriz. Gracias por cumplir la buena definición de amistad, gracias por la compañía y lo compartido. Las adoro con el corazón. Espero haber sido recíproca.

A mis amigos queridos de siempre, mis joyitas: mi negro, mi Tami (TA), mi chompis, mi lobis, Pedrito, David, gracias por nunca dejarme sola, gracias por enseñarme tantas cosas, por quererme y soportarme en toda la carrera; a Rafa, Osbaldito, Hans, Meli, mi china, a todos los quiero demasiado.

A dos personitas muy especiales, una nueva y una de siempre, a ti Maru, porque aunque no lo creas eres bella y a pesar del corto tiempo y los atosigamientos eres una gran amiga y te quiero mucho. A mi papito lindo Luis, me hubiese gustado que estuvieras aquí...siempre te lo digo, T.A.

A mis amigos de la escuela, en especial a Futote, Franciscote, Lisbeth, gracias también por estar, los quiero mucho.

A ti Isma, por haber transitado conmigo este camino final, por levantarnos en los tropiezos y no desvanecernos, por nuestro mutuo ánimo, porque aprendí de ti así como tú de mí, por lo bueno y lo malo, por la convivencia, por todos los momentos compartidos. Recuerda siempre que una acción vale más que mil palabras.

Y a ti Dios, porque los últimos serán los primeros, a ti las mil gracias, por escucharme y acompañarme, por hacerme ver que estás ahí, porque en mis caídas me has levantado, a ti todo. Te amo.

Aurimar

AGRADECIMIENTOS

A La Universidad Central de Venezuela, en especial a la Escuela de Ingeniería Mecánica por habernos brindado la oportunidad de Formarnos profesionalmente y adquirir conocimientos y aprendizajes invaluableles.

Al Profesor Félix Flores, quien como tutor académico nos brindó la orientación y colaboración necesaria para culminar exitosamente este trabajo de grado.

Al Profesor Rodolfo Grullón, por habernos ofrecido una ayuda incondicional y desinteresada en todo momento, por habernos guiado y corregido en cada paso, muchas gracias por el tiempo invertido, y por creer en el proyecto y en nosotros desde el principio.

Al Profesor José L. Perera, por su colaboración y su accesibilidad durante el desarrollo del proyecto.

A la Facultad de Farmacia, por permitirnos el acceso a sus instalaciones para llevar a cabo nuestra investigación de campo, en especial a los profesores encargados de los laboratorios.

Muy especialmente a la profesora del Laboratorio de Química Orgánica Nuri Rivero, por darnos una confianza absoluta a la hora de ingresar en su laboratorio.

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

Q:	Caudal del aire
Vt:	Velocidad de transporte en el ducto
V:	Velocidad de Captura
Pe _c :	Pérdidas Estáticas en la campana
Pe _t :	Pérdidas Estáticas en la campana (total)
Long _{TR} :	Longitud de tramo recto de ductería
Leq _c :	Longitud equivalente de los codos
Leq _{ED} :	Longitud equivalente en la entrada del ducto
Sp _f :	Pérdidas estáticas en la ductería
Ad:	Área de la sección transversal del ducto principal
De:	Diámetro equivalente
D:	Diámetro del ducto de entrada
Pv:	Presión de velocidad
Pv _c :	Presión de velocidad corregida
F:	Factor de pérdida a la entrada de la campana
He:	Pérdida en la campana
He _c :	Pérdida crítica
Pot:	Potencia del ventilador
Pot _c :	Potencia del ventilador corregida
ΔP _i :	Caída de presión en la expansión
R:	Factor de recuperación Estática
ΔP:	Suma de todas las caídas de presión por expansión
ΔP _T :	Pérdida Total en el sistema de extracción
ΔP _{TC} :	Pérdida total corregida
Df:	Factor de corrección de la densidad del aire
f:	Factor de fricción en la ductería

Rg:	Radio de giro del codo
fpm:	Pie por minuto
pcm:	Pie cúbico por minuto
ppm:	Partes por millón (unidad de concentración)
rpm:	Revoluciones por minuto
η :	Eficiencia del ventilador
ACGIH:	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
COVENIN:	Comisión Venezolana de Normas Industriales
AMCA:	Air Moving and Conditionig Association, SNC
OSHA:	Ocupacional Safety and Health Administration
ASHARE:	American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
NIOSH:	National Institute for Occupational Safety and Health
S.E.:	Sistema de Extracción
LUSM:	Laboratorio Unidad de Síntesis de Medicamentos
LAQC:	Laboratorio Análisis Químico Cuantitativo
LQG:	Laboratorio de Química General
LPN:	Laboratorio de Productos Naturales
LFS:	Laboratorio de Farmacognosia
LN:	Laboratorio de Neuropedtidos
LAI:	Laboratorio de Análisis Instrumental
LCC:	Laboratorio de Control de Calidad
LBR:	Laboratorio de Bromatología
LAM:	Laboratorio de Análisis de Medicamentos
LQO:	Laboratorio de Química Orgánica
LMO:	Laboratorio de Medicamentos Orgánicos
LBQ:	Laboratorio de Bioquímica

LTF:	Laboratorio de Toxicología Forense
LFG:	Laboratorio de Farmacología
LSX:	Laboratorio de Satox
TLV-TWA:	Valor Umbral de Daño – Media Ponderada en el Tiempo
TLV-STEL:	Valor Umbral de Daño – Límite de Exposición de Corta Duración
TLV-C:	Umbral de Daño - Techo

García F., Ismael E. y León O., Aurimar del V.
EVALUACIÓN Y DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN
LOCALIZADA DE LOS LABORATORIOS DE DOCENCIA DE LA
FACULTAD DE FARMACIA

Tutor Académico : Profesor Félix Flores. Tesis. Caracas. U.C.V. Facultad de
Ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica. 2005. 214 páginas.

Palabras Claves: Sistema de Extracción Localizada, Laboratorios, Velocidad de captura, Velocidad de transporte, Evaluación, Diseño.

Éste trabajo consta de dos partes fundamentales. En la primera se realiza una evaluación exhaustiva y detallada de cada uno de los sistemas de extracción localizada ubicados en los laboratorios de la Facultad de Farmacia de la U.C.V. En primer lugar se aplicó una guía de inspección para detectar las principales fallas en los componentes de los sistemas de ventilación local, conformados por: las campanas, la ductería y el conjunto ventilador- motor.

Se evaluó la velocidad de captura del contaminante en cada campana, para luego determinar la velocidad de transporte en la ductería. Una vez obtenidas ambas magnitudes de velocidad se estableció una comparación con los valores prefijados en la norma COVENIN 2250-90, así como por la ACGIH.

Finalizada la evaluación, se determinó qué sistemas de ventilación deberían ser modificados o diseñados. El objetivo del diseño es crear un sistema capaz de captar y transportar los contaminantes químicos generados en los laboratorios estudiados, de modo tal que no se excedan los valores umbrales de daño en el sitio de trabajo, además de evitar un serio problema de contaminación ambiental.

El proceso de diseño consistió en la selección de la velocidad de captura y de transporte, esto ajustado a los requerimientos propios de cada laboratorio. Posterior a esto se determinó el caudal a extraer, la dimensión y disposición de los ductos, así como el peso de los mismos; se seleccionaron los filtros y ventiladores pertinentes con su cotización respectiva; se elaboraron los planos e isometrías de cada sistema y por último se estableció un plan de mantenimiento para los mismos.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
CAPITULO I.....	4
1.- Fundamento Teórico.....	4
1.1.-Conceptos generales.....	4
1.1.1.-Higiene industrial.....	4
1.1.2.-Enfermedad profesional.....	4
1.1.3.-Toxicología de los contaminantes químicos.....	4
1.2.-Contaminación del aire.....	5
1.2.1.-Forma de los contaminantes químicos.....	5
1.2.2.-Generación y Dispersión.....	6
1.2.3.-Disolventes.....	7
1.2.3.1.-Disolventes orgánicos.....	7
1.2.3.2.-Disolventes acuosos.....	8
1.2.3.3.-Índice de peligrosidad de un disolvente.....	8
1.2.3.4.-Selección adecuada de un disolvente.....	8
1.2.4.-Propiedad de los contaminantes.....	8
1.2.5.-Vías de entrada de los contaminantes al organismo.....	9
1.2.6.-Clasificación de los contaminantes por sus efectos en el organismo.....	10
1.2.7.-Valor umbral de daño.....	11
1.2.8.-Métodos de control para disminuir los riesgos en el área de trabajo.....	12
1.3.- Características de un sistema de conducción de aire.....	16
1.3.1.-Conceptos generales para un proyecto de ventilación.....	16
1.3.1.1.-Régimen de flujo.....	16

1.3.1.2.-Leyes del movimiento del aire en un sistema de ventilación.....	16
1.4.-Ventilación.....	18
1.4.1.-Ventilación general.....	18
1.4.1.1.-Ventilación natural.....	19
1.4.1.2.-Ventilación mecánica.....	19
1.4.2.-Clasificación de los sistemas de ventilación general.....	20
1.4.2.1.-Ventilación por dilución.....	20
1.4.2.2.-Ventilación para requerimientos respiratorios.....	21
1.4.2.3.-Ventilación para el control de calor.....	21
1.4.3.-Ventilación por extracción localizada.....	21
1.4.3.1.-Campanas de extracción.....	23
1.4.3.2.-Tipos de campanas.....	24
1.4.3.3.-Impulsión y extracción de flujo en campanas.....	27
1.5.-Descripción de los principios básicos de diseño de un sistema de extracción localizada.....	28
1.5.1.-Encerramiento de la fuente de emisión.....	28
1.5.2.-Velocidad de captura adecuada.....	28
1.5.3.-Lugar donde se realiza la extracción.....	29
1.5.4.-Suministro de aire al ambiente de trabajo.....	29
1.5.5.-Descarga del aire extraído.....	29
1.5.6.-Velocidad de transporte.....	29
1.5.7.-Selección de la velocidad de captura.....	30
1.5.8.-Selección de la velocidad de transporte.....	31
1.5.9.-Pérdidas de presión en la campana.....	34
1.5.10.-Eficiencia de la campana.....	36
1.5.11.-Diseño de ductos.....	37

1.5.11.1.-Características generales.....	37
1.5.11.2.-Sistemas de ducto.....	38
1.5.11.3.-Pérdidas de presión en conductos de aire.....	38
1.5.11.4.-Caída de presión.....	39
1.5.11.5.-Método para el cálculo de los ductos.....	40
1.5.11.6.-Tipos de presión presente en los ductos.....	42
1.6.-Equipos para la depuración del aire.....	43
1.6.1.-Filtros.....	43
1.6.2.-Selección de filtros.....	44
1.6.3.-Montaje de filtros.....	45
1.6.4.-Tipos de filtros.....	45
1.7.-Ventiladores.....	48
1.7.1.-Tipos de ventiladores.....	48
1.7.1.1.-Ventiladores axiales.....	48
1.7.1.2.-Ventiladores centrífugos.....	49
1.7.2.-Curva característica del sistema.....	50
1.7.3.-Curva característica del ventilador.....	50
1.7.4.-Punto de operación del ventilador.....	50
1.7.5.-Potencia al freno del ventilador.....	51
CAPÍTULO II.....	52
2.-Metodología de la investigación.....	52
2.1.-Metodología de la evaluación.....	52
2.1.1.-Inspección inicial del laboratorio.....	52
2.1.1.1.-Estudio del local.....	52
2.1.1.2.-Estudio del proceso de trabajo.....	53
2.1.2.-Evaluación del sistema de ventilación por extracción localizada.....	53

2.1.2.1.-Campana de extracción.....	54
2.1.2.2.-Ductos.....	57
2.1.2.3.-Conjunto ventilador-motor.....	58
2.1.2.4.-Tabulación de las mediciones.....	59
2.2.-Metodología del diseño.....	59
CAPÍTULO III.....	64
3.-Resultados.....	64
3.1.-Ubicación de los laboratorios.....	64
3.2.-Resultado de la inspección en los laboratorios.....	65
3.3.-Actividades que se desarrollan en los laboratorios.....	68
3.4.- Identificación de las sustancias utilizadas además de sus propiedades físico-químicas.....	73
3.5.- Toxicidad y Peligrosidad de los Contaminantes.....	74
3.6.- Resultados de la Evaluación de los Sistemas de Extracción Localizada.....	77
CAPÍTULO IV.....	114
4.-Diseño.....	114
4.1.-Normas aplicadas.....	114
4.2.-Criterios de diseño.....	114
4.3.-Cálculo de los parámetros del diseño.....	115
CAPÍTULO V.....	182
5.-Cotización y mantenimiento.....	182
5.1.-Alternativa económica seleccionada.....	182
5.1.1.-Ventiladores y filtros.....	182
5.1.2.-Ducto instalado.....	185
5.2.-Plan de mantenimiento.....	186
LIMITACIONES.....	193

CONCLUSIONES.....	194
RECOMENDACIONES.....	197
APÉNDICE.....	199
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	211
ANEXOS.....	214

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.-Intervalo general de velocidad de captura de acuerdo al contaminante.....	30
Tabla 1.2.-Intervalo de velocidad de captura.....	31
Tabla 1.3.-Intervalo de velocidad de Transporte.....	32
Tabla 1.4.-Velocidades recomendadas para ducto en un sistema de baja velocidad.....	34
Tabla 3.1.-Cuadro de detección de fallas.....	66
Tabla 3.2.-Propiedades físico-químicas.....	73
Tabla 3.3.-Peligrosidad y toxicidad de los contaminantes.....	75
Tabla 3.4.-Velocidad de captura S.E. 1 (LUSM).....	78
Tabla 3.5.-Velocidad de transporte S.E. 1 (LUSM).....	78
Tabla 3.6.-Velocidad de captura S.E. 2 (LUSM).....	79
Tabla 3.7.-Velocidad de transporte S.E. 2 (LUSM).....	80
Tabla 3.8.-Velocidad de captura S.E. 1 (LAQC).....	81
Tabla 3.9.-Velocidad de transporte S.E. 1 (LAQC).....	82
Tabla 3.10.-Velocidad de captura S.E. 2 (LAQC).....	83
Tabla 3.11.-Velocidad de transporte S.E. 2 (LAQC).....	83
Tabla 3.12.-Velocidad de captura S.E. 1 (LQG).....	84
Tabla 3.13.-Velocidad de transporte S.E. 1 (LQG).....	85
Tabla 3.14.-Velocidad de captura S.E. 1 (LPN).....	87
Tabla 3.15.-Velocidad de transporte S.E. 1 (LPN).....	88
Tabla 3.16.-Velocidad de captura S.E. 1 (LFS).....	89
Tabla 3.17.-Velocidad de transporte S.E. 1 (LFS).....	89
Tabla 3.18.-Velocidad de captura S.E. 1 (LCC).....	91
Tabla 3.19.-Velocidad de transporte S.E. 1 (LCC).....	92
Tabla 3.20.-Velocidad de captura S.E. 1 (LAI).....	93

Tabla 3.21.-Velocidad de transporte S.E. 1 (LAI).....	94
Tabla 3.22.-Velocidad de captura S.E. 1 (LAM).....	96
Tabla 3.23.-Velocidad de transporte S.E. 1 (LAM).....	96
Tabla 3.24.-Velocidad de captura S.E. 1 (LQO).....	97
Tabla 3.25.-Velocidad de transporte S.E. 1 (LQO).....	98
Tabla 3.26.-Velocidad de captura S.E. 1 (LQM).....	99
Tabla 3.27.-Velocidad de transporte S.E. 1 (LQM).....	100
Tabla 3.28.-Velocidad de captura S.E. 1 (LBR).....	101
Tabla 3.29.-Velocidad de transporte S.E. 1 (LBR).....	102
Tabla 3.30.-Velocidad de captura S.E. 2 (LBR).....	103
Tabla 3.31.-Velocidad de transporte S.E. 2 (LBR).....	103
Tabla 3.32.-Velocidad de captura S.E. 1 (LBQ).....	104
Tabla 3.33.-Velocidad de transporte S.E. 1 (LBQ).....	105
Tabla 3.34.-Velocidad de captura S.E. 2 (LBQ).....	106
Tabla 3.35.-Velocidad de transporte S.E. 2 (LBQ).....	106
Tabla 3.36.-Velocidad de captura S.E. 1 (LTF).....	107
Tabla 3.37.-Velocidad de transporte S.E. 1 (LTF).....	108
Tabla 3.38.-Velocidad de captura S.E. 2 (LTF).....	109
Tabla 3.39.-Velocidad de transporte S.E. 2 (LTF).....	109
Tabla 3.40.-Velocidad de captura S.E. 1 (LSX).....	110
Tabla 3.41.-Velocidad de transporte S.E. 1 (LSX).....	111
Tabla 3.42.-Velocidad de captura S.E. 1 (LFG).....	112
Tabla 3.43.-Velocidad de transporte S.E. 1 (LFG).....	113
Tabla 4.1.-Proyección del sistema de extracción 1 (LUSM).....	116
Tabla 4.2.-Proyección del sistema de extracción 2 (LUSM).....	119
Tabla 4.3.-Proyección del sistema de extracción 1 (LQG).....	121
Tabla 4.4.-Proyección del sistema de extracción 2 (LQG).....	124
Tabla 4.5.-Proyección del sistema de extracción 1 (LAQC).....	127

Tabla 4.6.-Proyección del sistema de extracción 1 (LFS).....	130
Tabla 4.7.-Proyección del sistema de extracción 1 (LN).....	133
Tabla 4.8.-Proyección del sistema de extracción 1 (LPN).....	135
Tabla 4.9.-Proyección del sistema de extracción 2 (LPN).....	137
Tabla 4.10.-Proyección del sistema de extracción 1 (LAI).....	139
Tabla 4.11.- Proyección del sistema de extracción 2 (LAI).....	142
Tabla 4.12.- Proyección del sistema de extracción 1 (LCC).....	145
Tabla 4.13.- Proyección del sistema de extracción 1 (LQO).....	148
Tabla 4.14.- Proyección del sistema de extracción 1 (LBR).....	151
Tabla 4.15.- Proyección del sistema de extracción 2 (LBR).....	154
Tabla 4.16.- Proyección del sistema de extracción 1 (LAM).....	157
Tabla 4.17.- Proyección del sistema de extracción 1 (LQM).....	160
Tabla 4.18.- Proyección del sistema de extracción 1 (LBQ).....	163
Tabla 4.19.- Proyección del sistema de extracción 2 (LBQ).....	165
Tabla 4.20.- Proyección del sistema de extracción 1 (LFG).....	167
Tabla 4.21.- Proyección del sistema de extracción 1 (LTF).....	169
Tabla 4.22.- Proyección del sistema de extracción 2 (LTF).....	172
Tabla 4.23.- Proyección del sistema de extracción 1 (LSX).....	175
Tabla 4.24.-Superficie y peso de los conductos rectangulares.....	177
Tabla 5.1.-Costo de ventiladores y filtros.....	182
Tabla 5.2.-Costo de ducto instalado.....	185

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.-Continuidad del flujo.....	17
Figura 1.2.-Componentes del Sistema de Extracción Localizada.....	22
Figura 1.3.-Tipos de Campanas.....	26
Figura 1.4.-Comparación entre aspiración e impulsión.....	27
Figura 1.5.-Flujo de aire en la vena contracta.....	35
Figura 1.6.-Ventiladores venaxial.....	49
Figura 1.7.-Ventiladores centrífugos.....	50
Figura 1.8.-Punto de operación del ventilador.....	51
Figura 2.1.-Cabina abierta totalmente.....	54
Figura 2.2.-Medición de la velocidad de capturar con abertura total.....	55
Figura 2.3.-Cabina con abertura de 30 cm.....	56
Figura 2.4.-Medición de la velocidad de captura con abertura de 30 cm.....	56
Figura 2.5.-Velocidad de transporte en la ductería.....	58
Figura 3.1.-Sistema de extracción 1 (LUSM).....	77
Figura 3.2.-Sistema de extracción 2(LUSM).....	79
Figura 3.3.-Sistema de extracción 1 (LAQC).....	81
Figura 3.4.-Sistema de extracción 2 (LAQC).....	82
Figura 3.5.-Sistema de extracción 1 (LQG).....	84
Figura 3.6.-Sistema de extracción 2 (LQG).....	86
Figura 3.7.-Sistema de extracción 1 (LPN).....	87
Figura 3.8.-Sistema de extracción 1 (LFS).....	88
Figura 3.9.-Sistema de extracción 1 (LN).....	90
Figura 3.10.-Sistema de extracción 1 (LCC).....	91
Figura 3.11.-Sistema de extracción 1 (LAI).....	93
Figura 3.12.-Sistema de extracción 2 (LAI).....	94

Figura 3.13.-Sistema de extracción 1 (LAM).....	95
Figura 3.14.-Sistema de extracción 1 (LQO).....	97
Figura 3.15.-Sistema de extracción 1 (LQM).....	99
Figura 3.16.-Sistema de extracción 1 (LBR).....	101
Figura 3.17.-Sistema de extracción 2 (LBR).....	102
Figura 3.18.-Sistema de extracción 1 (LBQ).....	104
Figura 3.19.-Sistema de extracción 2 (LBQ).....	105
Figura 3.20.-Sistema de extracción 1 (LTF).....	107
Figura 3.21.-Sistema de extracción 2 (LTF).....	108
Figura 3.22.-Sistema de extracción 1 (LSX).....	110
Figura 3.23.-Sistema de extracción 1 (LFG).....	112

INTRODUCCIÓN

En la mayoría de los laboratorios de investigación y docencia de la Facultad de Farmacia de la U.C.V. , se realizan incontables actividades y operaciones en las cuales se manipulan agentes químicos y sustancias tóxicas en general, lo que puede ocasionar la concentración de vapores, humos y gases en el ambiente laboral; esto representa un peligro para la salud del trabajador, es decir, una potencial enfermedad ocupacional, además de un serio problema de contaminación ambiental, que afecte a personas y edificaciones cercanas a los alrededores.

La Facultad de Farmacia cuenta con dieciséis (16) laboratorios de carácter docente e investigativo, en total son veintitrés (23) sistemas de extracción localizada. En cada uno de ellos se realizó una evaluación técnica a fin de detectar las posibles fallas presentes en su funcionamiento, debido a que existe una queja permanente por parte del personal docente de no contar con un eficiente sistema de ventilación local.

La ventilación por extracción localizada es una de las instalaciones más importantes y efectiva para evitar y controlar la emisión de los contaminantes en el punto de generación. Éstos sistemas requieren de un diseño y unas características de funcionamiento que permitan la captación y arrastre del contaminante a la velocidad necesaria, su vehiculación a través de la instalación a un caudal adecuado y un ventilador que proporcione dicho caudal venciendo la pérdida de carga ofrecida por el conjunto de la instalación, además de su depurador de aire.

El diseño adecuado de un sistema de ventilación en lugares donde se manejan cantidades de agentes tóxicos, como en el caso de los laboratorios correspondientes a esta investigación , es un paso necesario y esencial para lograr

condiciones laborales que no afecten y disminuyan la capacidad de trabajo de estudiantes y profesores, por lo que se hace necesario e indispensable la puesta en funcionamiento de un adecuado sistema de ventilación.

Por todas estas razones, se desarrolla el siguiente Trabajo Especial de Grado, con el fin de evaluar y diseñar los sistemas de extracción localizada, ajustado a los requerimientos y necesidades propias de cada laboratorio.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del presente trabajo de investigación es la Evaluación de los Sistemas de Ventilación Localizada ubicados en los Laboratorios de docencia de la Facultad de Farmacia y la selección de un diseño óptimo en cada uno de ellos para evitar contaminación ocupacional y ambiental.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar cada una de las variables que intervienen en el proyecto.
- ✓ Realizar una Auditoría Técnica, para verificar el estado de cada uno de los componentes de todos los sistemas de ventilación localizada presentes en los laboratorios de la Facultad de Farmacia.
- ✓ Evaluar las velocidades de captura y transporte en todos los sistemas de captación, seleccionando la metodología y la instrumentación pertinente.
- ✓ Realizar los análisis de fallas de todos los sistemas de ventilación localizada.
- ✓ Diseñar los sistemas de ventilación localizada.
- ✓ Elaborar un plan de mantenimiento para el nuevo diseño.
- ✓ Establecer los costos de la solución a implementar.

CAPITULO I

1. FUNDAMENTO TEÓRICO

1.1 CONCEPTOS GENERALES

1.1.1 Higiene Industrial: Es un conjunto de técnicas cuyo objetivo prioritario y fundamental es reconocer, evaluar y controlar los agentes ambientales que puedan causar enfermedades profesionales, perjuicios a la salud, incomodidad e ineficiencia a los trabajadores como consecuencia de las actividades, operaciones y procesos que se realizan en los distintos centros de trabajo. (**Ramírez Cesar, 2002**)

1.1.2 Enfermedad Profesional: Se entiende por enfermedad ocupacional o profesional el estado patológico contraído con ocasión al trabajo o exposición al medio en que el trabajador se encuentra y aquel estado patológico imputable a la acción de agentes físicos, condiciones ergonómicas, meteorológicas, agentes químicos, agentes biológicos, factores psicológicos y emocionales que se manifiesten por una lesión orgánica, trastornos enzimáticos o bioquímicos, trastornos funcionales o desequilibrio mental, temporales o permanentes contraídos en el medio ambiente de trabajo que señale la recomendación de la ley. (**Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo, 1986**)

1.1.3 Toxicología de los contaminantes químicos: Es la ciencia encargada del estudio de todo aquello relativo al origen, naturaleza, propiedades, identificación, mecanismos de actuación y calidades de cualquier sustancia tóxica. Tóxico es cualquier sustancia que al introducirla al organismo ocasiona graves trastornos o la muerte. La toxicidad es una propiedad que define la capacidad que tiene un producto químico para causar daño. Intoxicación aguda o crítica: la intoxicación aguda resulta de una exposición única a una alta concentración de una sustancia tóxica. La crónica es el resultado de una exposición repetida a concentraciones menores.

Las posibilidades de recuperación en el caso de envenenamiento agudo, si la dosis no es mortal, son mayores que en caso de envenenamiento crónico. Los efectos de este último son más importantes por no ser evidentes en forma inmediata.

1.2 CONTAMINACIÓN DEL AIRE

La contaminación del aire es la inclusión en el medio ambiente de microorganismos, sustancias químicas y/o radiactivas, nocivas al hombre y en general a los seres vivos. A continuación se darán algunas características referidas a contaminantes químicos:

1.2.1 Forma de los contaminantes químicos

Las sustancias pueden aparecer en el aire bajo muchas formas físicas, las que con frecuencia son definidas por el ingeniero de la salud industrial en las formas siguientes:

a. Polvos: partículas sólidas generadas por el manejo, el aplastado, el molido, el impacto rápido, la detonación, o la incineración de materias orgánicas, tales como rocas, mineral, metal, carbón, grano de madera y otras. Las partículas de polvo no tienden a agruparse, excepto cuando son sometidas a fuerzas electrostáticas; no se difunden en el aire sino que posan bajo la influencia de la gravedad.

b. Emanaciones: partículas sólidas generadas por condensación del estado gaseoso, generalmente después de la volitización de metales fundidos y otras causas análogas y acompañadas en su mayoría por una reacción química tal como la oxidación. Las emanaciones tienden a agruparse y en ocasiones a fundirse.

c. Gases: en general fluidos sin forma que ocupan el espacio de un lugar cerrado y pueden ser cambiados al estado líquido o sólido mediante el efecto combinado de una presión aumentada o de un descenso de temperatura. Los gases tienden a difundirse.

d. Neblinas: gotitas minúsculas de líquido ocasionadas por la condensación al pasar del estado gaseoso al estado líquido o al desintegrar un líquido a un estado disperso, mediante rociadas, formación de espumas o atomización.

e. Vapores: forma gaseosa de sustancias que normalmente se encuentran en estado sólido o líquido, y en las que pueden efectuarse cambios de estado, bien aumentando la presión o disminuyendo la temperatura únicamente. Los vapores se difunden.

1.2.2 Generación y Dispersión

La capacidad de un líquido de pasar a la atmósfera en forma de vapor está relacionada con su presión de vapor, o sea, la presión que limita el paso de moléculas a la atmósfera en un recipiente cerrado en el cual existe un líquido. La presión de vapor depende de la naturaleza y la temperatura y no de la cantidad de líquidos.

La velocidad de evaporación de un líquido depende del área superficial del líquido, de la temperatura tanto del líquido como de la atmósfera, y del movimiento del aire por encima de la superficie líquida. La presión de vapor de un líquido no es constante, sino que es función de la temperatura.

En el caso de los sólidos, el fenómeno se denomina sublimación, en cuyo caso la presión de vapor es muy inferior a la de los líquidos. Al igual que en caso de los líquidos la presión de vapor de los sólidos es función de la temperatura.

1.2.3 Disolventes

Son una serie de sustancias, generalmente orgánicas que se utilizan para la disolución de sustancias. Su capacidad de evaporación hace que se encuentren constantemente en los ambientes donde se utilizan; estos constituyen el componente mayoritario de una disolución. Un disolvente puede ser sólido, líquido o gaseoso, aunque se sobreentiende por tales los líquidos en condiciones normales de presión y temperatura.

Los disolventes líquidos se pueden dividir en:

1.2.3.1 Disolventes orgánicos: Son los que más comúnmente se designan como disolventes, están formados por una o más sustancias orgánicas en estado líquido, empleadas para disolver otras sustancias generalmente poco polares.

Este tipo de disolventes posee las siguientes características principales:

- ✓ Son compuestos líquidos y de peso molecular ligero.
- ✓ Son sustancias poco polares, y por tanto escasamente miscibles en agua, que manifiestan una gran lipofilia.
- ✓ Poseen gran volatilidad, por lo que presentan una alta presión de vapor, pudiendo pasar fácilmente a la atmósfera en forma de vapor durante su manejo y por ello susceptibles de ser inhalados fácilmente
- ✓ Tienen unos puntos de ebullición relativamente bajos.
- ✓ En general son mezclas de varios compuestos químicos mayoritarios acompañados de trazos de otros.
- ✓ Su composición puede variar con el tiempo, dada su volatilidad y elevada presión de vapor y por el hecho de que se contaminan con el uso.
- ✓ Uso muy amplio y diverso.
- ✓ En general, producen importantes efectos tóxicos.

- ✓ Son sustancias combustibles cuyos vapores mezclados con el aire pueden dar lugar a mezclas inflamables y con riesgo de explosión.

1.2.3.2 Disolventes acuosos: Son aquellos compuestos por agua, lo cual actúa como disolvente propiamente dicho. Estos disolventes se emplean para disolver sustancias polares, generalmente sustancias inorgánicas.

1.2.3.3 Índice de peligrosidad de un Disolvente: Es muy importante observar que la toxicidad de un producto no es suficiente para indicar su peligrosidad dado su TLV's ya que también influirá su presión de vapor, es decir, su capacidad para pasar al estado de vapor. En estas condiciones el índice de peligrosidad se define como el cociente entre la presión de vapor y el TLV's del compuesto.

$$I_0 = P_{\text{vap}} / \text{TLV's}$$

1.2.3.4 Selección adecuada de un disolvente:

- ✓ Utilizar un disolvente acuoso dependiendo del tipo de proceso
- ✓ Entre los disolventes orgánicos, utilizar los menos tóxicos
- ✓ Utilizar extracción localizada si se van a usar productos de toxicidad media, por ejemplo, tolueno o tricloroetilo.
- ✓ No utilizar nunca Benceno ni Tetracloruro, cuyo uso como disolvente está prohibido.

1.2.4 Propiedad de los contaminantes

a. Efectos de inercia: los gases, vapores y humos no presentan inercia significativa. Lo mismo ocurre con las pequeñas partículas de polvo con diámetro igual o inferior a 20 micras (que incluye las partículas respirables). Éste tipo de materiales se mueve si lo hace el aire que los rodea. En este caso se requiere generar una velocidad de

captura suficiente para controlar el movimiento de aire cargado de contaminantes y, al mismo tiempo, vencer el efecto de las corrientes de aire producidas en el local por otras causas, como movimiento de personas, etc.

b. Efectos de la densidad: las partículas de polvo, humos, vapores y gases que puedan representar un riesgo para la salud se comportan como si fuera aire, no moviéndose apreciablemente hacia arriba o hacia abajo a causa de su densidad propia, sino exclusivamente siguiendo las corrientes de aire. El movimiento habitual de aire asegura una dispersión uniforme de los contaminantes, salvo en operaciones con gran desprendimiento de calor o de frío, o cuando un contaminante es generado en gran cantidad y se logra controlarlo antes de que se disperse.

1.2.5 Vías de entrada de los contaminantes al organismo

Las principales formas de penetración de los contaminantes químicos en el organismo son:

a. Vía Respiratoria: se entiende como tal el sistema formado por: nariz, boca, laringe, bronquios, bronquiólos y alvéolos pulmonares.

Es la vía de entrada más importante para los contaminantes químicos, en el campo de la higiene industrial. Cualquier sustancia suspendida en el ambiente puede ser inhalada, pero sólo las partículas que poseen un tamaño adecuado llegarán alvéolos pulmonares. También influirá su solubilidad en los fluidos del sistema respiratorio en los que se deposita.

La cantidad total de un contaminante absorbida por vía respiratoria es función de la concentración en el ambiente, del tiempo de exposición, las características del contaminante, y de la ventilación pulmonar.

b. Vía Dérmica: comprende toda la superficie que envuelve el cuerpo humano. Es la segunda vía en importancia en higiene industrial.

No todas las sustancias pueden penetrar a través de la piel, ya que para algunas la piel es impermeable. De todas las que penetran a través de la piel, unas lo hacen directamente y otras vehiculizadas por otras sustancias.

La absorción a través de la piel debe tenerse presente en higiene industrial, ya que su contribución a la intoxicación suele ser significativa y para algunas sustancias es incluso vía principal de penetración.

La temperatura y la sudoración pueden influir en la absorción de tóxicos a través de la piel.

c. Vía digestiva: se entiende como tal el sistema formado por: boca, estómago, intestinos. Es la vía de poca importancia en higiene industrial, salvo en operarios con hábitos de comer y beber en el puesto de trabajo.

Es necesario tener en cuenta los contaminantes que se puedan ingerir disueltos en las mucosas del sistema respiratorio que pasan al sistema digestivo, siendo luego absorbidos por éste.

d. Vía Parenteral: se entiende como tal la penetración directa del contaminante en el organismo a través de una discontinuidad de la piel (herida, punción).

1.2.6 Clasificación de los contaminantes por sus efectos en el organismo

a. Irritantes: son aquellos compuestos químicos que producen una inflamación debido a una acción química- física en las áreas anatómicas con las que entra en contacto.

- b. Neumoconióticos: son aquellas sustancias químicas sólidas que se depositan en los pulmones y se acumulan, produciendo neumopatía y degeneración fibrótica pulmonar.
- c. Tóxico sistémico: son los compuestos químicos que independientemente de su vía de entrada, se distribuyen por todo el organismo produciendo efectos diversos.
- d. Anestésicos y narcóticos: son sustancias químicas que actúan como depresores del sistema nervioso central.
- e. Cancerígenos: son sustancias que pueden generar o potenciar el desarrollo de un crecimiento desordenado de las células.
- f. Alérgicos: son sustancias que afectan a individuos previamente sensibilizados.
- g. Asfixiantes: son sustancias capaces de impedir la entrada de oxígeno a los tejidos.

1.2.7 Valor umbral de daño TLV's

El riesgo potencial para la salud asociado a una sustancia presente en el aire viene indicado por su TLV (siglas en inglés). Se define como la concentración en el aire de una sustancia a la que se considera que casi todos los trabajadores pueden exponerse repetidamente, ocho horas diarias, cinco días a la semana, sin sufrir efectos adversos. Los valores de TLV son publicados por la América Conference of Governmental Industrial Hygienists, y se revisan anualmente para incorporar los nuevos conocimientos sobre toxicidad de las sustancias. Dichos valores también pueden ser hallados en la norma venezolana COVENIN 2253-93 bajo el nombre de "Concentraciones Ambientales Máximas Permitidas".

A continuación las tres categorías de TLV's siguientes:

a. TLV-TWA: (Threshold Limit Value – Time Weighted Average); (Valor Umbral de Daño – Media Ponderada en el Tiempo)

Concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada normal de trabajo de ocho (8) horas y una semana laboral de cuarenta (40) horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin efectos adversos.

b. TLV-STEL: (Threshold Limit Value –Short Term Exposure Limit); (Valor Umbral de Daño – Límite de Exposición de Corta Duración)

El STEL se define como la composición media ponderada en un tiempo de quince (15) minutos, que no se debe sobrepasar en ningún momento de la jornada laboral, aún cuando la media ponderada en el tiempo que corresponda a las ocho horas sea inferior al TLV. Las exposiciones por encima del TLV-TWA hasta el valor STEL no deben tener una duración superior a quince (15) minutos ni repetirse más de cuatro veces al día. Debe haber por lo menos un período de sesenta (60) minutos entre exposiciones sucesivas de este rango.

c. TLV-C: (Threshold Limit Value – Ceiling); (Valor Umbral de Daño - Techo)

Es la concentración que no se debe sobrepasar en ningún momento durante la exposición en el trabajo.

d. Nivel de Acción (AL); Mitad del TLV; valor que asegura la protección de las personas más débiles que puedan laborar en el ambiente.

1.2.8 Métodos de control para disminuir los riesgos en el área de trabajo

Existen muchos procedimientos para evitar la inhalación de un aire contaminado. A continuación se proponen algunos de ellos para lograr el objetivo deseado:

a. Sustitución, en el caso de compuestos peligrosos, con otros materiales menos tóxicos:

Es evidente que si un compuesto peligroso puede sustituirse por un elemento que no lo sea, la posibilidad de una inversión considerable para la instalación de métodos de control puede quedar eliminada. En general, es posible lograr condiciones de seguridad en el uso de cualquier material peligroso mediante una correcta aplicación de las normas.

b. Revisión del proceso u aplicación:

Esto puede abarcar la revisión de las condiciones de trabajo o puede hacerse el método por otro distinto, como por ejemplo, echar el material en polvo a las máquinas por medio de un alimentador continuo en lugar de descargas independientes.

c. Segregación de los procesos peligrosos:

La segregación, que puede eliminar la exposición al peligro de un número mayor de trabajadores, se practica con frecuencia. Es necesario proteger a los trabajadores expuestos al peligro siempre que los medios para evacuación de la atmósfera hayan de ser forzados.

d. Diseño, alteración, mantenimiento y buena limpieza de edificios y equipos:

Un diseño estructural libre de muchos miembros estructurales expuestos ayudará a mantener una buena limpieza dentro del lugar de trabajo. El valor de este procedimiento es doble: primero tiene un efecto benéfico sobre los empleados y segundo las condiciones de buena salud de los miembros guardan una relación íntima con el sitio de trabajo. Se puede decir que las personas se degradan higiénicamente con gran rapidez, a menos que tengan un incentivo para mantener limpieza y orden.

e. Equipo de protección personal:

Los contaminantes químicos penetran generalmente en el organismo a través de dos vías, que son la respiratoria y la cutánea. La protección personal consiste en impedir que dichos contaminantes penetren por estas vías mediante una serie de elementos de filtraje o retención. En particular los aparatos respiratorios deben ser utilizados para complementar cualquiera de los restantes métodos cuando la situación así lo requiera.

- ✓ Protección cutánea: el aislamiento de dichas vías de penetración se consigue mediante el empleo de una vestimenta adecuada, basada en trajes especiales, guantes, gorros y botas o también con el empleo de diferentes protectores dermatológicos. La elección de los diferentes elementos de protección debe basarse en el conocimiento de los contaminantes químicos presentes, tanto cualitativa como cuantitativamente.

- ✓ Protección respiratoria: este tipo de protección se basa en equipos dependientes del medio ambiente en el que el usuario respira el propio aire que le envuelve, previa purificación de este y en equipos independientes del medio ambiente en el que el aire que respira el usuario no procede del medio donde este se encuentra, sino que es preciso una fuente de aportación de aire en condiciones de ser inhalado.

- ✓ Equipo dependiente del medio ambiente: estos equipos constan de dos partes, adaptador facial y filtro. Los adaptadores faciales permiten que el aire a respirar por el usuario penetre perfectamente por las vías respiratorias y sin contaminación alguna. El filtro es el mecanismo que purifica el aire contaminado haciéndole respirable.

f. Sistemas de alarmas:

La instalación de medidores directos de contaminantes, así como la conexión a sistemas de alarmas, en caso de que se supere los niveles permisibles, pueden ser muy

útiles en zonas próximas al foco emisor, o donde por diferencia de temperaturas pueden acumularse contaminantes químicos.

g. Métodos húmedos:

Las concentraciones de polvos peligrosos pueden ser reducidos por la aplicación de agua o cualquier otro líquido sobre la fuente de polvo. Es uno de los métodos más sencillos para el control de polvos. Su modo de empleo es humedeciendo las superficies antes de tratarlas o mojando los suelos intermitentemente, focos todos ellos de generación de polvo.

h. Educación:

Este parámetro debe ser considerado fundamentalmente e inexcusable en cualquier programa de control. La educación y entrenamiento de los trabajadores es una tarea continua, consiste en el mantenimiento de la información y captación del personal en el manejo adecuado de las sustancias.

i. Ventilación general:

Esta puede ser positiva o negativa, según se suministre o se extraiga aire, y la decisión se basa en si hay o no posibilidad de contaminar los lugares de trabajo adyacentes. Este sistema debe estar restringido a aquellos casos en que el contaminante tiene una toxicidad baja y cuando el contaminante se produce en varios lugares dispersos de un mismo recinto.

j. Extracción localizada:

Este método es el más importante de todos los utilizados para controlar la contaminación del aire. La teoría de este sistema consiste en extraer el contaminante antes de que se difunda en la atmósfera del lugar de trabajo. Esto se efectúa en el punto donde se origina el contaminante. La cantidad y la velocidad del aire dependen

del tipo de operación y de la distancia entre la abertura de la tubería y el punto de origen del contaminante.

1.3 CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE CONDUCCIÓN DE AIRE

1.3.1 Conceptos generales para un proyecto de ventilación:

1.3.1.1 Régimen de flujo: el movimiento de un fluido se llama flujo y la observación de los fluidos lleva a distinguir dos tipos de movimiento de gran importancia que son:

a. Régimen laminar: las trayectorias de las partículas del fluido en movimiento son bien definidas y no se entrecruzan.

b. Régimen turbulento: se caracteriza por el movimiento desordenado de las partículas. La velocidad en cada punto del fluido no es constante como ocurre con el flujo laminar, sino que varía aleatoriamente con el tiempo, ordenándola alrededor de su valor medio.

1.3.1.2 Leyes del movimiento del aire en un sistema de ventilación

Las ecuaciones fundamentales del movimiento de los fluidos aplicables a la ventilación son:

a. Ecuación de continuidad: se basa en el principio de la conservación de la masa del fluido que circula por un conducto. Se puede considerar que el fluido es incompresible, cuando éste no reduce su volumen bajo la acción de presiones externas. En ventilación las variaciones de presión que sufre el aire rara vez superan 0.1 atmósfera y puesto que el peso específico de un gas (supuesto perfecto y a temperatura constante) es directamente proporcional a la presión, se deduce que esta variación puede ser despreciada, por tanto, la ecuación de la continuidad se define:

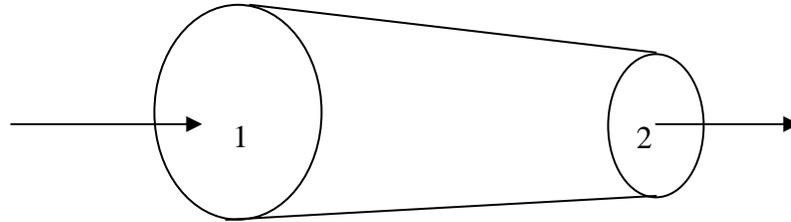


Figura 1.1 Continuidad del Flujo

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$$

De modo general:

$$Q = A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 = A \cdot V = \text{constante}$$

$$Q = A \cdot V$$

Donde:

Q....Flujo

V....Velocidad media de la sección

A....área de la sección de flujo

b. Ecuación de Bernoulli: esta ecuación establece la relación que existe entre las presiones y velocidades dentro de un ducto continuo, en el que un mismo caudal atraviesa distintas secciones de éste y cuyo enunciado es el siguiente: En cualquier punto de un tubo de corriente de un fluido incompresible y no viscoso, que se mueva estacionariamente, todo aumento de velocidad determina una pérdida de presión que se suma algebraicamente a la variación originada por el cambio de nivel, o también, que la suma de la presión estática, dinámica y la de posición es constante. Su expresión es:

$$\frac{P_1}{\gamma_1} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\gamma_2} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + h_f$$

Donde:

P_i = Presión estática en el punto

γ_i = Peso específico del fluido

V_i = Velocidad en el punto

z_i = altura de posición del punto

g = constante de gravedad

h_f = Pérdidas originadas en el paso del fluido en el tramo 1-2 por rozamiento y viscosidad

1.4 VENTILACIÓN

Es el proceso por el cual se introduce o se extrae aire de un local, por medios naturales o artificiales. En materia de higiene industrial, la ventilación tiene como objetivos fundamentales la renovación del aire viciado y reducción de la concentración de sustancias contaminantes y/o explosivas, con el fin de lograr un ambiente seguro y confortable en los lugares de trabajo.

1.4.1 Ventilación General

Es el intercambio constante de aire en un área general, por medios naturales o dispositivos mecánicos, con el propósito de generar comodidad y reducir la dilución del aire contaminado por aire limpio. La ventilación general no debe ser aplicada en aquellos ambientes donde la fuente de emisión contiene materiales altamente tóxicos o donde la forma de generación de los contaminantes no es muy regular. La ventilación general puede ser:

1.4.1.1 Ventilación Natural: Es la manera de renovar el aire sin el auxilio de medios mecánicos. La ventilación natural es la más económica pero la menos eficiente cuando se trata de ventilar ambientes donde se manipulan sustancias tóxicas.

1.4.1.2 Ventilación Mecánica: Es aquella en el cual el flujo de aire es producido por medios mecánicos (ventiladores y equipos de aire acondicionado). Los métodos por medio de los cuales se puede conseguir la renovación de aire de un local pueden ser de suministro, extracción y combinación de ambas.

a. Sistema de Suministro: se utilizan para impulsar aire fresco a un local de trabajo por medio de ventiladores y con un sistema de simple alimentación, el aire del interior se escapa a través de cualquier abertura disponible. Las ventajas de este sistema son tales que el aire fresco se introduce en el espacio ocupado de manera positiva por medio de ventiladores, y puede mantenerse un control sobre su distribución de volumen y velocidad. Otra ventaja es que la presión del aire interior es ligeramente aumentada sobre la ambiental exterior, la cual tiende a evitar la entrada de aire en lugares no convenientes, y ayuda a evitar aspiraciones tales como polvos y humos.

b. Sistemas de Extracción: el aire interior es renovado mediante su extracción del espacio ocupado, causando la entrada de aire fresco del exterior. Los sistemas de extracción se emplean para eliminar los contaminantes generados por alguna operación, con la finalidad de mantener un ambiente de trabajo saludable.

c. Sistema combinado: un programa completo de ventilación debe incluir tanto la impulsión como la extracción. Una uniforme distribución del aire fresco es así asegurada. El aire fresco puede introducirse en el lugar preciso y su distribución vendrá determinada por un flujo entre las aberturas de alimentación y las de expulsión. Los sistemas combinados pueden tomar diversas formas, desde la simple

disposición de ventiladores de hélice hasta un sistema de acondicionamiento total. Los ventiladores de entrada están seleccionados para dar en 20% más volumen que los de expulsión. Esto mantiene el aire del local a una presión superior a la ambiental exterior y así se reduce la posibilidad de infiltraciones de polvos y otras poluciones arrastradas por el aire.

1.4.2 Clasificación de los sistemas de ventilación general

Según sus objetivos puede clasificarse de la siguiente forma:

1.4.2.1 Ventilación por Dilución

Consiste en la dilución de aire contaminado con aire sin contaminar en un área general con el objetivo de controlar el riesgo para la salud, riesgos de incendio y de explosión, olores y contaminantes molestos. La ventilación por dilución también puede incluir el control de contaminantes (vapores, gases y partículas) generados en el interior de edificios cerrados.

El empleo de la ventilación por dilución para la protección de la salud está sometido a cuatro limitaciones:

- ✓ La cantidad de contaminante generada no debe ser demasiado elevada, pues en ese caso el caudal de aire que sería necesario resultaría excesivo.
- ✓ Los trabajadores deben estar suficientemente alejados del foco de contaminante o la dispersión del contaminante debe producirse en concentraciones lo bastante bajas, de forma que la exposición de los trabajadores no supere el correspondiente valor de TLV's
- ✓ La toxicidad del contaminante debe ser baja.
- ✓ La dispersión del contaminante debe ser razonablemente uniforme

La ventilación para dilución solo debe aplicarse en sitios donde se generan gases y vapores y cuyos TLV's sean mayor a 50 ppm ACGIH

1.4.2.2 Ventilación para requerimientos respiratorios

Es aquella que debe garantizar el suministro adecuado de aire fresco y limpio con el propósito de proporcionar el oxígeno suficiente y cuando el único contaminante del aire sea debido a la actividad moderada del mismo trabajador

1.4.2.3 Ventilación para el control de calor

Es aquella que aparte de garantizar el suministro de aire fresco, debe remover la carga térmica del ambiente considerado, con el fin de mantener el mismo bajo condiciones de temperaturas deseables (confort).

1.4.3 Ventilación por extracción localizada

Los sistemas de extracción localizada se diseñan para captar y eliminar los contaminantes antes que se difundan en el ambiente general del local de trabajo. La mayor ventaja de éste método respecto a la ventilación por dilución es un menor requerimiento de aire y además no contribuye a esparcir el contaminante. Los requerimientos básicos para su aplicación son:

- a. Que el foco se encuentre lo más encerrado posible
- b. La creación de una velocidad adecuada del aire próximo al foco de generación para asegurar de esta manera que se establezca una corriente hacia la campana.

Los sistemas de extracción localizada consisten generalmente en colocar una campana de extracción sobre la operación, hoy día es común ver algunos de éstos sistemas en industrias y laboratorios. Muchas veces, por su mal diseño o construcción

y por falta de conocimientos adecuados de las bases fundamentales del movimiento del aire la campana sirve sólo como objeto decorativo.

Los elementos principales que constituyen un sistema de extracción localizada son los siguientes:

- a. Elementos de Extracción: campanas, rejillas, ranuras, para la captación del contaminante.
- b. Ductos y accesorios: (codos, soportes, etc.) para transportar el aire con el contaminante al sitio adecuado.
- c. Filtro: para separar el contaminante del aire, recogiéndolo de forma adecuada y liberar aire limpio.
- d. Ventilador: para transmitir la energía necesaria al aire y hacerlo circular a través del sistema.



Figura 1.2 Componentes de los Sistemas de Extracción Localizada

1: Campana; 2: Ducto; 3: Cuello de Lona; 4: Filtro; 5: Motor; 6: Ventilador

1.4.3.1 Campanas de extracción

Una campana es una estructura diseñada para encerrar total o parcialmente una operación generadora de un contaminante. Es el punto de entrada del aire contaminado al sistema. Las campanas de aspiración para laboratorios son usadas para confinar y extraer los gases y vapores que se generan en los procesos químicos-físicos de experiencia de trabajo que se realizan en laboratorios y que son desagradables al olfato, potencialmente tóxicos o corrosivos y por tanto perjudiciales para la salud de los usuarios, y en ocasiones pueden ser inflamables y/o explosivos, con lo que no se exagera es decir que las campanas de aspiración para el laboratorio son el más importante equipo de seguridad y prevención de accidentes dentro del área de los laboratorios.

Existen varios modelos y tamaños de campana que se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- a. Campanas para propósitos generales
- b. Campanas para propósitos especiales

Las campanas para propósitos generales se usan para trabajos con materiales que no necesitan una manipulación especial, ya sea por su bajo riesgo de inflamabilidad, explosión, radiactividad; mientras que las campanas para propósitos especiales se usan para trabajos muy específicos que representan alto riesgo de manipulación como el uso de radioisótopos, ácido perclórico, y disolventes fuertes y volátiles. Independientemente del modelo de la campana debe estar diseñada y manufacturada en base a este factor de seguridad que se le debe brindar al operario dentro del laboratorio de modo que minimicen los riesgos que la manipulación de sustancias químicas encierra, para garantizar la salud y el bienestar de las personas que allí laboran además de preservar el medio ambiente de área de trabajo.

1.4.3.2 Tipos de Campanas

Aunque las campanas se construyen en una amplia variedad de configuraciones, es posible clasificarlas en dos grandes familias: Cabinas y campanas exteriores. El tipo de campana a emplear dependerá de las características físicas del equipo o instalación del mecanismo de generación del contaminante y de la posición relativa del equipo y del trabajador

a. Cabinas: las cabinas son campanas que encierran total o parcialmente el proceso o el punto de generación del contaminante. Una corriente de aire que penetre en la cabina a través de su abertura retendrá el contaminante en el interior de la misma, impidiendo que llegue al ambiente de trabajo.

Estas campanas de extracción pueden estar equipadas si lo requiere con una variedad de accesorios tales como: luces internas, tomas eléctrica, tomas de agua y desagüe, tomas de aire y de gas, alarma audiovisual en caso de extracción inadecuada del flujo de aire y filtro. Por supuesto que mientras más accesorios tenga la campana es más costosa, por lo cual para su selección es importante conocer bien el proceso que se va a realizar en su interior para que así tengan los accesorios necesarios y suficientes para su buen uso.

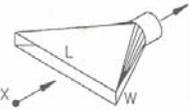
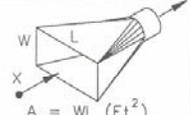
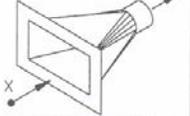
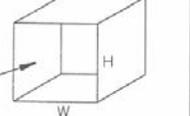
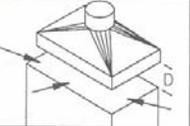
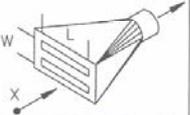
b. Campanas exteriores: son las que se encuentran situadas adyacentes al foco de contaminante pero sin encerrarlo. Cuando el contaminante es un gas, vapor o polvo fino, y no es emitido con una velocidad significativa la orientación de la campana no es crítica. Sin embargo, si el contaminante incluye partículas grandes que son emitidas con una velocidad apreciable la campana debe colocarse en la dirección de dicha emisión.

Entre las campanas exteriores tenemos:

b.1. Campanas suspendidas: es aquella donde la abertura va colocada externamente y por encima de la fuente de emisión. Se recomienda este tipo de campana en procesos calientes y cuando la zona de respiración del operario no este sobre dicha corriente. Sin embargo no se recomienda su uso si se van a manipular materiales tóxicos o de bajo valor umbral de daño (TLV's). Este tipo de campana es susceptible a las corrientes de aire cruzadas, lo cual disminuye notablemente su eficiencia y/o rendimiento.

b.2. Campana de corriente lateral: este tipo de campana se caracteriza porque la abertura de aspiración se encuentra situada frontalmente a la fuente de emisión de tal forma que el aire que penetre en la misma circula por encima de donde se esta trabajando, con lo cual se logra el control necesario. En aquellos procesos donde se generan vapores y gases se utilizan ranuras para aumentar la velocidad de captura con el propósito de hacer más eficiente la remoción de los contaminantes.

b.3 Campanas de extracción alargada: es simplemente una campana de rendija lateral en la cual la relación ancho-largo es menos eficaz.

HOOD TYPE	DESCRIPTION	ASPECT RATIO, W/L	AIR FLOW
	SLOT	0.2 OR LESS	$Q = 3.7 LVX$
	FLANGED SLOT	0.2 OR LESS	$Q = 2.6 LVX$
	PLAIN OPENING	0.2 OR GREATER AND ROUND	$Q = V(10X^2 + A)$ $A = WL \text{ (ft}^2\text{)}$
	FLANGED OPENING	0.2 OR GREATER AND ROUND	$Q = 0.75V(10X^2 + A)$
	BOOTH	TO SUIT WORK	$Q = VA = VWH$
	CANOPY	TO SUIT WORK	$Q = 1.4 PVD$ SEE FIG. VS-99-03 P = PERIMETER D = HEIGHT ABOVE WORK
	PLAIN MULTIPLE SLOT OPENING 2 OR MORE SLOTS	0.2 OR GREATER	$Q = V(10X^2 + A)$
	FLANGED MULTIPLE SLOT OPENING 2 OR MORE SLOTS	0.2 OR GREATER	$Q = 0.75V(10X^2 + A)$

AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS	<i>HOOD TYPES</i>
DATE <i>4-96</i>	FIGURE <i>3-11</i>

Figura 1.3 Tipos de Campana

Fuente: Industrial Ventilation, 2001

1.4.3.3 Impulsión y extracción de flujo en campanas

Para realizar una extracción local eficiente es importante saber como circula el aire hacia la campana. Este punto suele entenderse mal, debido a que el aire impulsado desde una abertura pequeña retiene su efecto direccional a lo largo de una distancia considerable más allá del plano de la abertura. Sin embargo, si el flujo de aire a través de la misma abertura fuera invertido, en forma que opera como una abertura de extracción que manejara el mismo volumen de aire el flujo se volvería completamente no direccional y su rango de influencia se reduciría grandemente. Por esta razón las campanas usadas para extracción local no deben ser usadas para ningún proceso que no se pueda realizar en la vecindad inmediata de la campana.

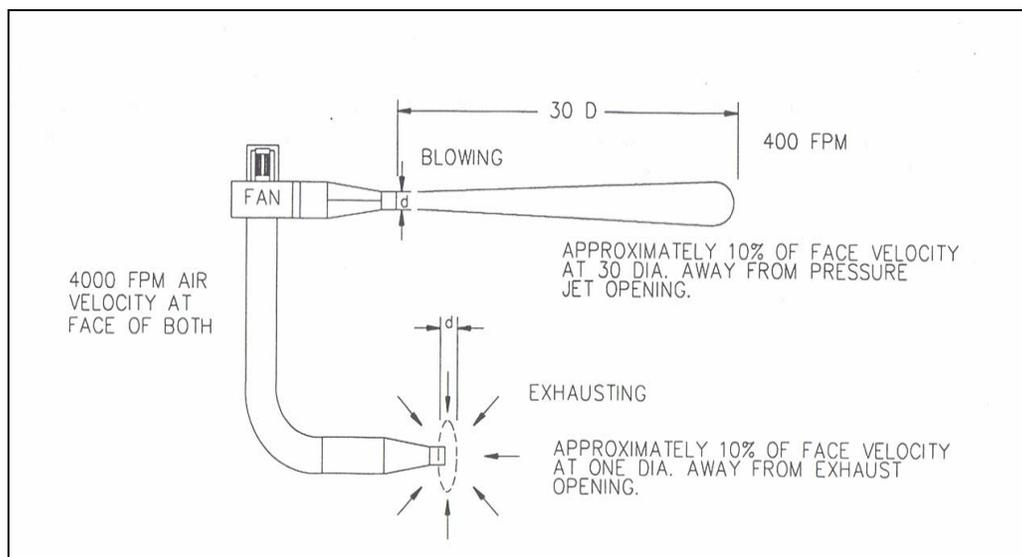


Figura 1.4 Comparación entre Aspiración e Impulsión

Fuente: Industrial Ventilation, 2001

1.5 DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPIOS BÁSICOS DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN LOCALIZADA

Los principios básicos que se deben tener presentes para el diseño de un sistema de extracción localizada son:

1.5.1 Encerramiento de la fuente de emisión

En el momento de seleccionar o diseñar una campana de aspiración debe escogerse aquella con el diseño geométrico que encierre al máximo el proceso de emisión del contaminante, teniendo siempre en cuenta que el tipo de cabina a utilizar dependerá del espacio disponible del local donde se va a instalar y del proceso de trabajo que se realiza en ella, con lo cual se consigue una captación más eficiente y volúmenes de aire de aspiración menores a los que se requieren con cualquier otro tipo de campana que ofrezca poco encerramiento, por supuesto, se tiene aún mayores beneficios cuando se compara una campana bien encerrada con un sistema de extracción general, donde aparte de que se manejen grandes volúmenes de aire siempre es inevitable que cierta cantidad de contaminantes queden en el aire de manera permanente, por lo cual su eficiencia queda en entredicho.

1.5.2 Velocidad de captura adecuada

Velocidad que debe imprimirse a la corriente de aire de aspiración de manera tal de conseguir la entrada de la sustancia contaminante en el sistema de extracción localizada siempre y cuando esta velocidad sea mayor a cualquier otra corriente de aire en su cercanía, de tal manera que no se esparza por la atmósfera general del local. La eficiencia de la campana en recoger el contaminante con el mismo aire de extracción y sin interferencia en el proceso que se realiza con ella, es función directa de la velocidad de captura. Por tal motivo hay que determinar para cada proceso de

trabajo la velocidad mínima conveniente de captura que permita un sistema de extracción más económico y eficiente.

1.5.3 Lugar donde se realiza la extracción

Las campanas de extracción deben ubicarse con respecto al foco de contaminación de forma tal que el flujo de aire se desplace del operario a la fuente del contaminante, para evitar así que el operario respire y/o absorba el aire contaminado.

1.5.4 Suministro de aire al ambiente de trabajo

Este método consiste en que todo el volumen de aire extraído debe ser remplazado para no originar una depresión. Sin caudal de reposición adecuado, un sistema de extracción localizada no puede trabajar con un buen rendimiento.

1.5.5 Descarga del aire extraído

Este principio de diseño es muy importante ya que todo el efecto de una extracción localizada puede malograrse por una recirculación hacia el interior del aire contaminado expulsado lejos del punto de reposición.

1.5.6 Velocidad de transporte

La velocidad de transporte es aquella que debe tener el flujo de aire, para poder garantizar el transporte efectivo de los contaminantes químicos de tal forma que se evite su asentamiento o acumulación en el ducto de aspiración y al propio tiempo se evita el fenómeno de abrasión en la ductería, lo cual puede reducir notablemente la vida útil del sistema de extracción local.

1.5.7 Selección de la velocidad de captura

El primer paso a tomar para la escogencia de una velocidad de captura adecuada es la identificación clara y precisa de las sustancias y elementos químicos que se van a manipular, lo cual indica la determinación de un valor límite umbral (TLV's), representativo del proceso a realizar en la campana de aspiración. Otro factor a tomar en cuenta es el relacionado con la forma de contaminantes, por lo cual lo que se suele hacer es determinar un rango de valores adecuados para la velocidad de captura, que luego de ser analizados los efectos tan influyentes es esta, como el movimiento del aire en un lugar de trabajo, la geometría de la campana, el nivel de toxicidad y la densidad del contaminante, se selecciona la velocidad de captura de diseño. Hay dos maneras de seleccionar la velocidad de captura, una de ellas es por el grado de peligrosidad y por la forma de generación.

a. Por su peligrosidad:

Tabla 1.1 Intervalo general de velocidad de captura de acuerdo al contaminante (La Vasconia C.A. , 1995)

CLASIFICACIÓN	TVL'S	REACTIVOS ACONSEJADOS	VELOCIDAD DE CAPTURA (fpm)
Clase A	0 – 10	Tetraetilos-componentes del benceno y enemigos cancerígenos	125 – 150
Clase B, C	11 – 500	Casi todos los elementos utilizados en los laboratorios	100
Clase D	>500	Acetona- etanol e hidrocarburos	75 – 80
Ácido perclórico	-	Exclusivamente para compuestos con ácido perclórico	125 – 150
Radioisótopos	-	Bajo nivel de operación con radioisótopos	125 – 150

b. Por su generación

Tabla 1.2 Intervalo de velocidad de captura (Industrial Ventilation, 2001)

CONDICION DE DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE	EJEMPLO	EJEMPLO INTERVALO DE VELOCIDAD DE CAPTURA (fpm)
Liberación con velocidad prácticamente nula en el aire quieto	Evaporación de tanques; desengrase, etc.	50 - 100
Liberación a baja velocidad en aire en movimiento moderado	Soldadura, baños electrolíticos, decapado.	100 - 200
Generación activa en zonas de rápido movimiento de aire	Aplicación de pintura a pistola, llenado de recipiente.	200 - 500
Generación con una alta velocidad inicial en una zona de movimientos de aire muy rápido	Pulido, operaciones de abrasión en general. Esmerilado, chorro abrasivo.	500 - 2000

Nota: Los valores de mayor o menor velocidad de captura de cada intervalo se adoptaron según los siguientes criterios:

INFERIOR	SUPERIOR
Pocas corrientes de aire en el local	Corrientes turbulentas en el local
Contaminantes de baja toxicidad	Contaminantes de alta toxicidad
Operaciones intermitentes	Operaciones Continuas
Campanas grandes y caudales elevados	Campanas de pequeño tamaño

1.5.8 Selección de la velocidad de transporte

Para seleccionar adecuadamente la velocidad de transporte, el diseñador debe referirse a la tabla que a continuación se refiere

Tabla 1.3 Intervalo de Velocidad de Transporte. (Industrial Ventilation, 2001)

NATURALEZA DEL CONTAMINANTE	INTERVALO DE VELOCIDADES (fpm)	EJEMPLO DE CONTAMINANTES
Humos y cualquier tipo de vapores y gases	Cualquier velocidad. Usualmente se utilizan un valor entre 1000 - 2000	Vapores, gases y humos
Humo de fundiciones	2000 – 2500	Humos de óxido de aluminio y óxido de zinc.
Polvos livianos muy finos	2500 – 3000	Pelusa de algodón, polvo fino en operaciones de lijado de maderas, polvo de litografía.
Polvos secos	3000 – 4000	Polvo fino de goma, polvo de moldeo de baquelita, polvo de algodón, polvo de jabón.
Polvos industriales típicos	3500 – 4000	Aserrín pesado y húmedo pelusa de pulitura seca, polvo de lana de yute, polvo de moliendas, arena de sílice, polvo de granito, polvo de cuero, manejo de cuero, manejo de materiales polvorientos y baldosas, polvo de fundiciones, polvo de arcilla, polvo de cal, polvo en operaciones y pesado de asbesto en la industria textil.
Polvos pesados	4000 – 4500	Polvo en operaciones de torneado de metales, polvo de preparación de arena de desmoldeo en funciones, polvo de limpieza con chorro de arena, polvo de plomo, polvo en la forja del hierro, viruta metálica.
Polvos pesados y húmedos	>4500	Polvo de polvo con pequeñas virutas, polvo de cemento húmedo, polvo de cal viva.

La selección adecuada de la velocidad de transporte nos permite solventar los siguientes inconvenientes:

- a. El taponamiento o encerramiento de uno o más brazos del sistema, lo cual reduce el volumen total de succión y además reduce la velocidad en algunas succiones del sistema de ductos.
- b. El daño de ductos, por ejemplo la presencia de salientes lo cual incrementa la resistencia al movimiento del fluido y disminuye el volumen y la velocidad, desbalanceándose el sistema.
- c. El escape en los ductos que puede incrementar el flujo y la velocidad después de la abertura (o grieta), pero se producen antes de ella y en otros tramos del sistema.
- d. La corrosión o erosión del ventilador o aún la pérdida de eficiencia del ventilador, lo cual podrá reducir el flujo y la velocidad.
- e. Las velocidades deben ser adecuadas para remover o reentrar el polvo que se ha asentado durante una operación impropia del sistema de ventilación.

Por otro lado, para establecer la velocidad del sistema, hay que atender a las limitaciones respecto al ruido. La siguiente tabla proporciona las velocidades recomendadas para conductos de impulsión y retorno en un sistema de baja velocidad. Una velocidad muy alta requiere conductos muy pequeños, y por lo tanto menor precio de coste, pero en cambio los gastos de explotación serán mayores y posiblemente hará falta un ventilador mayor con un motor más potente. Si se emplea una velocidad menor, los conductos serán mayores, pero los gastos de explotación serán inferiores.

Tabla 1.4 Velocidades recomendadas para ductos en un sistema de baja velocidad (fpm) ; (Handbook of Conditioning System Design, 1972)

Aplicaciones	Criterio del Factor de Ruido (ductos principales)	Criterio del Factor de Fricción en Ductos			
		Ductos Principales		Ramales	
		Suministro	Retorno	Suministro	Retorno
Residencias	600	1000	800	600	600
Apartamentos Cuartos de hotel Cuartos de hospital	1000	1500	1300	1200	1000
Oficinas privadas Despachos Bibliotecas	1200	2000	1500	1600	1200
Teatros Auditorios	800	1300	1100	1000	800
Oficinas pública Restaurantes Tiendas de lujo Bancos	1500	2000	1500	1600	1200
Tiendas Cafeterías	1800	2000	1500	1600	1200
Fábricas, industrias	2500	3000	1800	2200	1500

1.5.9 Pérdidas de presión en la campana

En un sistema de extracción local, el ventilador crea presión estática negativa. Esto hace que la presión estática atmosférica empuje aire hacia la campana en un esfuerzo por igualar las presiones, pero el ventilador continúa girando y en pocos segundos se establece una condición estable entre el medio y el sistema.

Cuando el aire es forzado a engrosar un ducto se produce una distribución característica, donde a una pequeña distancia de la entrada se produce la máxima

concentración de líneas de flujo que posteriormente se expande hasta alcanzar su régimen normal.

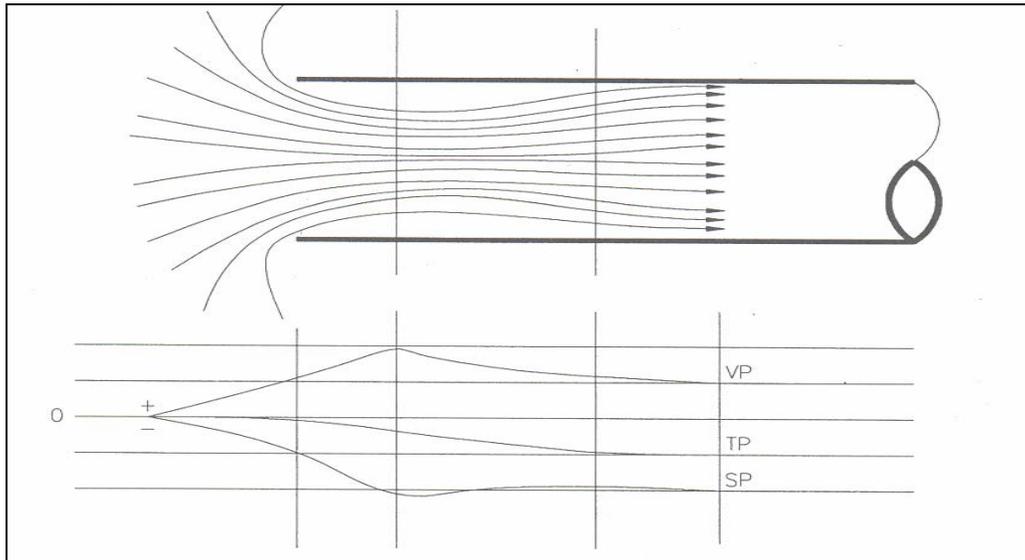


Figura 1.5 Flujo de Aire en la Vena Contracta

Fuente: Industrial Ventilation, 2001

La formación de la vena contracta es acompañada por una concentración de presión estática de la campana (PEC) en presión de velocidad (PV) y viceversa, entonces:

La ecuación de continuidad ($Q=V*A$) indica que a medida que disminuye el área la velocidad aumenta por lo que se refiere más presión estática para que la velocidad del aire alcance la velocidad de la vena contracta (parte de la presión estática se transforma en presión de velocidad), entonces cuando el aire se expande hay tanta turbulencia que muy poco de la presión estática se gana. Por lo tanto la presión estática extra usada para acelerar el aire hasta la velocidad de la vena contracta se pierde como calor.

En estas condiciones la presión estática de la campana (PEC), tiene dos componentes básicos, la presión de velocidad (PV) y las pérdidas de entrada (HE).

Una representación matemática de lo antes dicho es lo siguiente

$$PEC = PV + HE \text{ (en pulgadas de agua)}$$

Todos los términos de esta ecuación se consideran positivos (aunque la PEC es negativa, ya que se encuentra ubicada antes del ventilador). La máxima pérdida de entrada ocurre al principio del ducto debido a la vena contracta.

1.5.10 Eficiencia de la campana

La eficiencia de una campana puede establecerse por una relación entre el flujo real y el ideal la cual queda definida por el coeficiente de entrada (C_e). El flujo ideal se obtiene cuando toda la presión estática en la campana se convierte en presión de velocidad, o sea, no hay pérdidas a la entrada de la campana, siendo esto imposible ya que nunca hay una conversión con un 100 % de la eficiencia de presión estática a presión de velocidad.

La presión estática de la campana es útil para evaluar la habilidad de ella para convertir presión estática en presión de velocidad. El C_e es función de la forma de la campana. Las pérdidas a la entrada de la campana se puede calcular en base a la presión de velocidad y C_e sabiendo que:

$$PEC = PV + HE$$

$$C_e = \left(\frac{PV}{PEC} \right)^{1/2}$$

Una vez establecido, el C_e nunca cambia, a menos que cambie la forma física de la campana, sustituyendo (1) en (2) resulta:

$$Ce^2 = \frac{PV}{(PV + HE)}$$

$$HE \times Ce^2 = PV - PV \times Ce^2$$

$$HE = (1 - Ce^2) \frac{PV}{Ce^2}$$

En estas condiciones las pérdidas pueden quedar expresadas como:

$$HE = F \cdot PV$$

1.5.11 Diseño de Ductos

La función de un sistema de ductos es transportar el aire desde o hasta un local o espacio determinado. Para cumplir esta función de manera práctica el sistema debe estar diseñado dentro de los límites preescritos de espacio disponible, generación de ruido y el correcto balance entre el costo inicial y los costos de operación.

1.5.11.1 Características Generales:

a. Materiales: los ductos pueden ser fabricados de aluminio, cobre, láminas de hierro galvanizado, concreto mampostería, hierro negro, acero inoxidable y materiales plásticos, en función de las características de las sustancias químicas que transportan.

b. Transformaciones y codos: las transformaciones en los ductos se necesitan cuando se necesita cambiar la forma del ducto para aumentar o disminuir su área. Cuando se

desea cambiar la forma de un ducto rectangular manteniendo constante su área se recomienda para los lados de la pieza de transformación una pendiente de 1" en 7".

c. Soportes, juntas y empates: los soportes para ductos horizontales rectangulares deberán ser de pletina de hierro galvanizado a excepción de los ductos con ancho de cara superior a 48" que emplearán soporte de hierro galvanizado.

1.5.11.2 Sistemas de ductos

Clasificación:

Los sistemas pueden clasificarse de acuerdo a la velocidad y presión del aire en el ducto:

De acuerdo a la velocidad, se tiene:

- a. Sistemas de velocidad: hasta 2.500fpm
- b. Sistemas de alta velocidad: mayor de 2.500fpm

De acuerdo a la presión total, se tiene:

- a. Presión baja : hasta 3 3/4" de H₂O
- b. Presión media: 3 3/4 – 6 3/4 " de H₂O
- c. Presión alta: 6 3/4 - 12 1/4 " de H₂O

1.5.11.3 Pérdidas de presión en conductos de aire

Un sistema de ductos opone una resistencia al flujo de aire la cual debe ser vencida mediante energía mecánica. Esta energía es suministrada por un ventilador.

Si se considera un ducto de aire, en cualquier sección transversal, la presión total es la suma de la presión estática y la presión dinámica, o sea:

$$PT = PE + PD$$

Si se considera el aire con una densidad de 0.075 lbm/ft^3 , se tiene \Rightarrow

$$PD = \left(\frac{V}{4005} \right)^2 ;$$

$$V = Q * A$$

Siendo:

PD: presión dinámica, pulg de agua

V: velocidad

A: área de la sección transversal del ducto, ft^2

Q: flujo de aire, pcm

1.5.11.4 Caída de presión

Las pérdidas de carga se consideran en tramos rectos de ductos y en accesorios. Las pérdidas de carga en tramos rectos de tuberías en régimen turbulento se calculan usando la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$hf = \frac{f \times L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

f: coeficiente de fricción

l: longitud de la tubería

g: gravedad

hf: pérdidas de carga

Las pérdidas en accesorios la ocasiona en los ductos, cualquier elemento dispositivo que venga a establecer o a elevar turbulencia, cambia la dirección y/o alterar la velocidad.

La pérdida de carga en accesorios se calcula mediante:

$$hf = n * V^2 \quad \text{ó} \quad hf = n * PD$$

donde :

n: factor que depende de las formas y dimensiones del elemento

PD: presión dinámica

1.5.11.5 Método para el cálculo de los ductos

En general, en el proyecto de cualquier sistema de conductos, se procura que el tendido de los conductos sea lo más sencillo posible y simétrico. los elementos terminales y bocas de impulsión se sitúan en puntos adecuados para proporcionar una correcta distribución del aire.

El cálculo de un sistema de baja velocidad puede hacerse por uno de los métodos que se explica a continuación:

a. Reducción de velocidad

Consiste en seleccionar una velocidad de salida a la descarga del ventilador y establecer arbitrariamente una serie de reducciones a lo largo del conducto. El conducto más largo no es necesariamente el que tiene mayor pérdida de carga, puesto que conductos más cortos pueden poseer más codos, acoplamientos y restricciones.

Normalmente no se utiliza este método, porque para resolver un problema con una presión razonable, se necesita mucha experiencia y conocer perfectamente el cálculo de conductos. Solamente debe usarse en sistemas muy elementales, y en esos casos deben instalarse compuertas divisoras para compensar el sistema. (**Handbook of Air Conditioning System Design, 1972**)

b. Igualdad de pérdidas por rozamiento o pérdida de carga constante

Este método se utiliza en los conductos de impulsión, retorno y extracción de aire, y consiste en calcular los conductos de forma que tengan la misma pérdida de carga por unidad de longitud, a lo largo de todo el sistema. Es mejor que el de reducción de velocidad porque en los trazados simétricos no requiere ulterior compensación. Si la instalación consta de tramos cortos y largos, el más corto exige mucho amortiguamiento. Un sistema de este tipo es difícil de equilibrar porque el método de pérdida de carga constante no tiene en cuenta el equilibrio de caídas de presión en las distintas ramas, ni está provisto de medios para igualar las caídas de presión o para la misma presión estática en cada boca terminal de impulsión.

El procedimiento más corriente consiste en elegir una velocidad inicial en el conducto principal próximo al ventilador. Esta velocidad se deduce de acuerdo al nivel de ruido.

Para determinar la pérdida de carga total, que debe ser superada por el ventilador, es preciso calcular la pérdida en el tramo que tenga mayor resistencia. La resistencia debe incluir los codos y acoplamientos correspondientes a dicho conducto.

Este método de caída de presión constante no satisface la condición de tener una presión estática uniforme en todas las ramas y bocas de impulsión. Para tener en el comienzo de cada rama la cantidad de aire correcta es necesario disponer de una compuerta que regule el caudal en todas las ramas y en los terminales de aire. También puede ser necesario disponer de un sistema de control para regular el caudal de aire en cada boca de impulsión y conseguir una distribución correcta del aire.

(Handbook of Air Conditioning System Design, 1972)

c. Recuperación estática

El fundamento de este método consiste en dimensionar el conducto de forma que el aumento de presión estática (ganancia debida a la reducción de velocidad) en cada rama o boca de impulsión compense las pérdidas por rozamiento en la siguiente sección del conducto. De esta forma la presión estática será la misma en cada boca y al comienzo de cada rama. (**Handbook of Air Conditioning System Design, 1972**).

d. Método de balanceo de capacidad

Este método se basa en dimensionar los ductos tal que la pérdida de presión total externa que deberá vencer el ventilador sea la misma para todas las trayectoria.

Los métodos mencionados anteriormente tienen distintos grados de precisión, economía y empleo. El método de carga constante es el que se recomienda para conductos de retorno y de extracción de aire. (**Handbook of Air Conditioning System Design, 1972**).

1.5.11.6 Tipos de presión presentes en los ductos

El aire o cualquier otro fluido bajo condiciones naturales se desplaza de una zona de alta presión a otra de baja presión por lo cual, para vencer la resistencia que impone un sistema de ductos al movimiento del aire a través de él, debe suministrársele energía mecánica al fluido a través de un ventilador.

Si se considera una sección transversal cualquiera en el ducto, notaremos que sobre el fluido que se mueve en su interior actúan dos tipos de presiones diferentes las cuales están relacionadas matemáticamente entre sí, siendo éstas: la presión estática (PE), la presión dinámica o de velocidad (PV). La suma de las dos presiones anteriores da la presión total desarrollada por el ventilador y se denomina presión total (PT).

a. Presión Estática: es la ejercida por el aire contra las paredes del ducto en todas las direcciones. Se puede interpretar como una presión que trata de inflar el ducto. Puede

ser positiva (+) en el lado de carga del ventilador y negativa (-) en el lado de succión del mismo.

b. Presión de Velocidad: es la presión debida precisamente al movimiento del fluido y se puede interpretar como el empuje o impacto necesario para desplazar o mover el aire por el interior del ducto en un sistema de ventilación. La relación entre la presión de velocidad con la velocidad de la corriente de aire bajo condiciones normales es la siguiente:

$$PD = \left(\frac{V}{4005} \right)^2$$

Donde :

V= velocidad (fpm)

PV= presión de velocidad (pulg. de agua)

1.6 EQUIPOS PARA LA DEPURACIÓN DEL AIRE

Los depuradores de aire son equipos que eliminan los contaminantes de una corriente de aire. Existe una amplia gama de diseños, capaces de cumplir los más variados requisitos de depuración de aire. El grado de eficacia necesario, la cantidad y características de los contaminantes que deben ser eliminados de la corriente gaseosa y las condiciones de ésta influyen en la selección del equipo para una aplicación correcta. El método más conveniente para la depuración de gases y vapores tóxicos es el que se obtiene a través de filtros, siendo los más utilizados para esta aplicación los de material filtrante a base de carbón activado.

1.6.1 Filtros

Un filtro es un dispositivo de control, el cual tiene como objetivo la reducción o eliminación de las impurezas obtenidas en el aire. La facilidad y eficacia con la cual el filtro puede remover dichas impurezas depende de factores como el tamaño, forma, gravedad específica y forma de generación.

Los filtros constituyen el medio más comúnmente utilizado para el tratamiento de aire. En general, tres características de operación distinguen los varios tipos de filtro:

a. Eficiencia: Mide la capacidad del filtro para remover partículas de las corrientes de aire. De acuerdo al grado de pureza que se requiere en el ambiente se establece una eficiencia necesaria.

b. Resistencia al flujo de aire: es la pérdida de presión total a través del filtro para un determinado flujo de aire. Para cualquier filtro se tiene la resistencia inicial cuando se encuentra limpio, así como la resistencia final recomendada cuando el filtro deberá ser reacondicionado o reemplazado.

c. Capacidad de captación del polvo: indica la cantidad de impurezas que se puede almacenar en el filtro antes que la caída de presión alcance su valor máximo pre-establecido.

1.6.2 Selección de filtros

La selección de un equipo para purificar el aire, es en sí una ciencia completa. Para realizar la selección adecuada se deben tener varias consideraciones como: costo inicial, de mantenimiento, de operación, efectividad de retención de contaminantes, espacio necesario para su instalación, materiales de construcción, disponibilidad en el mercado local, facilidad de adquisición de repuestos y la accesoria que la firma constructora pueda proporcionar.

Los principales factores que influyen en la selección de un equipo son:

- a. Características físico-químicas del contaminante, como tamaño de partículas, corrosión, contenido de humedad, viscosidad, combustibilidad y explosividad.
- b. Concentración del contaminante en las corrientes de aires que lo transporta.
- c. Temperatura de la corriente de aire
- d. Grado de colección requerido
- e. Energía requerida, considerando la disponibilidad de ella en la región y su costo.
- f. Las demás características requeridas por las normativas ambientales.

1.6.3 Montaje de filtros

Frecuentemente, la causa de que los dispositivos de limpieza del aire no funcionen satisfactoriamente se debe a que su instalación no está hecha correctamente o a la falta de mantenimiento regular. Por esto, la instalación de filtros debe ser proyectada de acuerdo con todos los requisitos de la técnica y de modo que se faciliten las operaciones de servicio.

1.6.4 Tipos de Filtros

- a. Filtros viscosos: este tipo de filtros se caracterizan por tener una gran capacidad para la retención de polvo, lo cual determina una gran aplicación en zonas industriales donde existe un alto grado de contaminación atmosférica.

Estos filtros poseen un material filtrante que generalmente está constituido por fibra de vidrio, aluminio o hierro galvanizado y se reviste de una sustancia viscosa

como el aceite o grasa que adhiere las partículas contaminante al paso del aire, la cual no debe ser ni tóxica ni inflamable.

Entre los pitos de filtros viscosos se encuentran: el tipo celda o panel y el tipo automático; el tipo celda consiste de un marco que contiene el material filtrante a recubrir con la sustancia viscosa. Entre los viscosos automáticos, se tiene formado por un rollo filtrante móvil y otro formado por planchas filtrantes unidas a una cadena que al moverse pasa a través de un baño de aceite. En cualquiera de los dos casos el medio filtrante es movido por un mecanismo de tiempo o por un aparato sensible a los cambios de presión.

En general, los filtros viscosos pueden ser desechables (como el de medio filtrante fibra de vidrio) o con un medio filtrante reemplazable, bien sea limpiándolo manualmente o de forma automática **(Cohen Miguel, 1999)**.

b. Filtros secos: el medio filtrante de este tipo de filtros puede ser papel especialmente tratado, fieltro de lana, algodón o fibra de vidrio.

Los filtros secos más utilizados son: el tipo celda o panel, el tipo bolsa y el tipo automático; en los filtros tipo celda, el medio filtrante se pliega en forma de acordeón, esto se hace con el fin de aumentar la superficie de filtración relativa a la sección transversal del filtro y aumentar la eficiencia.

El filtro de bolsa es un filtro de superficie extendida, el cual ofrece una alta eficiencia y una alta capacidad de retención de polvo. Al arrancar el sistema de ventilación el elemento filtrante se infla, aumentando así su capacidad de almacenamiento. Los filtros automáticos, tipo rollo, se caracterizan por su bajo costo de mantenimiento comparado con el tipo celda y tipo bolsa, sin embargo la eficiencia de estos filtros no es muy alta debido a la necesidad de materiales filtrantes muy densos. Posee limitaciones respecto a su uso, para aplicaciones muy especiales, como en textileras e imprentas. El medio filtrante es movido por un mecanismo de tiempo o por un aparato que detecte los cambios de presión. **(Cohen Miguel, 1999)** .

c. Filtros Electrónicos

Existen dos tipos:

- ✓ Filtro electrónico ionizador: este filtro ioniza las partículas contaminantes al pasar el aire por un campo eléctrico. Las partículas son retenidas en placas cargadas que generalmente están recubiertas de material adhesivo para prevenir que las partículas atrapadas regresen a la corriente de aire. La diferencia de voltaje entre las placas colectoras es del orden de 6000 a 7000 voltios, mientras que el voltaje en la sección de ionización puede alcanzar los 13000 voltios. Posee un costo de mantenimiento relativamente bajo comparado con otros filtros de igual eficiencia. **(Cohen Miguel, 1999)**.
- ✓ Filtro electrónico de material filtrante cargado: consiste en un filtro tipo celda que contiene un material filtrante seco, en forma de pliegues, que es un producto de celulosa. Este medio filtrante se convierte después de ser cargado electrostáticamente (a un voltaje aproximado de 12000 voltios) en electrodos que retiene las partículas de polvo. Combina para su funcionamiento los principios básicos de los precipitados electrostáticos y de los filtros secos. Son más económicos debido a que no presentan la sección de ionización requerida en el filtro electrónico ionizador, por lo tanto representa una reducción en el consumo de potencia y conexiones eléctricas. **(Cohen Miguel, 1999)**.

Existen diversidades de mecanismos utilizados para el control de los olores producidos en un ambiente, entre los más importantes está la utilización de *carbón activado* para purificar el aire exterior y/o de circulación.

El carbón activado es el absorbente más utilizado para el control de gases y de vapores orgánicos y otras contaminaciones del aire, también para vapores radioactivos, como por ejemplo, el vapor de yodo.

El carbón activo se obtiene de sustancias orgánicas que contienen carbono como cáscara de coco y carbón vegetal y es preparado mediante procesos especiales de

modo que pueda multiplicarse su superficie creando así una nueva superficie en el interior del grano por medio de formación de pequeñas fisuras y poros que poseen una gran capacidad de absorción. La capacidad de absorción del carbono activo varía en gran proporción según sea el tipo de gas o vapor. Los gases permanentes como el oxígeno, nitrógeno, dióxido de carbono no son absorbidos. Con el aumento de temperatura disminuye fuertemente la capacidad de acumulación, la cual tiene un máximo entre 35° y 40° C. La velocidad del aire referida a la superficie de contacto es de aproximadamente de 200 a 300 fpm; con esto la diferencia de presión es de aproximadamente de 0.2 a 0.4 pulg. de agua. El carbón no sirve como filtro de aire pero se protege por medio de prefiltros.

1.7 VENTILADORES

Son los dispositivos que suministran energía al sistema para el movimiento del aire en el interior del mismo. Siempre que sea posible, el ventilador se colocará después del filtro, con el objeto de que por él pase aire limpio y así evitar el deterioro del mismo por corrosión o erosión de las diversas partículas.

En un sistema de ventilación localizada el ventilador es el encargado de comunicar al aire la energía necesaria para arrastrarlo hasta el punto de captación y hacerlo circular por los ductos y elementos de limpieza antes de devolverlo de nuevo a la atmósfera.

1.7.1 Tipos de ventiladores

Los ventiladores se clasifican en dos tipos básicos, atendiendo a la trayectoria que sigue el fluido al pasar por ellos, estos son el axial y el centrífugo.

1.7.1.1 Ventiladores axiales

En este tipo de ventiladores el aire sigue la dirección del eje del rotor, estando alineadas la entrada y la salida. Los ventiladores axiales son muy utilizados para aplicaciones de ventilación general, o de movimiento de aire. Tienen la ventaja sobre los centrífugos de un motor rendimiento mecánico (pueden llegar a 95%) y el montaje es más sencillo, pero no pueden vencer diferencias de presión muy elevadas, por lo que su uso queda limitado a las instalaciones que tengan poca pérdida de carga.



Figura 1.6 Ventilador Venaxial

Fuente: Ventiladores Horavi C.A.

1.7.1.2 Ventiladores centrífugos

La trayectoria del fluido en este tipo de ventiladores sigue la misma dirección del eje del rodete a la entrada del ventilador y perpendicular al mismo rodete de salida. Si a la salida del rodete se deja libre la salida del fluido en todas direcciones el ventilador de llama radial, y si en cambio se recoge en una envolvente en espiral para descargarlo en una sólo dirección se llama ventilador de *voluta*, los cuales dentro de los centrífugos son los más importantes desde el punto de vista de uso en los distintos ambientes de trabajo. Estos ventiladores se usan tanto para ventilación general como

localizada siendo su rendimiento mecánico no muy elevado en comparación con los axiales, pero se pueden vencer mayores caídas de presión.

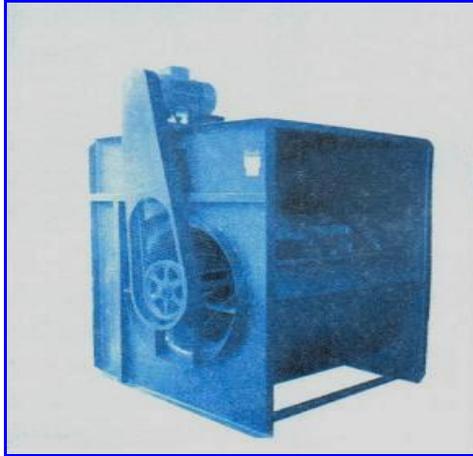


Figura 1.7 Ventilador Centrífugo

Fuente: Ventiladores Horavi C.A.

1.7.2 Curva característica del sistema

La curva característica de un sistema de ventilación es aquella que muestra las presiones que son necesarias para hacer circular los distintos caudales a través de un sistema de ductos, filtros, compuertas y desviaciones.

1.7.3 Curva característica del ventilador

Es la gráfica representativa de los caudales que puede proporcionar en función de la presión que se exija girando a una determinada velocidad.

1.7.4 Punto de operación del ventilador

Se llama punto de operación de un ventilador la intersección de las curvas características del mismo y la característica del sistema al cual se acopla.

El caudal y presión de tal punto son los que corresponden al acoplamiento según se indica en la figura:

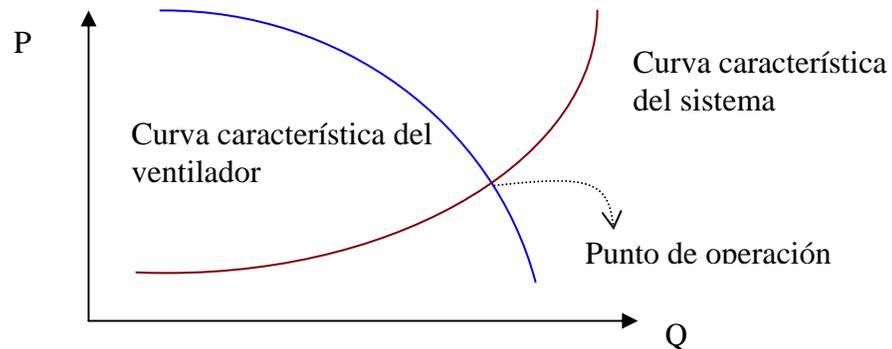


Figura 1.8 Punto de Operación del Ventilador

1.7.5 Potencia al freno del ventilador

Se refiere a la potencia real requerida para operar el ventilador de forma tal que realice completamente su tarea al mover el caudal especificado contra la presión total del ventilador dada. Esta potencia tiene en consideración las ineficiencias del ventilador, las pérdidas en el eje y el cojinete.

La potencia al freno viene dada por la expresión:

$$BHP = \frac{PTV \times Q}{6356 \times \eta}$$

Donde:

BHP.....potencia al freno (Hp)

PTV.....presión total del ventilador (pulg. de agua)

Qcaudal (pcm)

η eficiencia

CAPITULO II

2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En vista de la gran cantidad de conocimientos y parámetros que se deben tomar en cuenta a la hora de la evaluación y/o diseño de un sistema de ventilación localizada, es necesario una metodología sistemática para el desarrollo de esta investigación. Consiste en una serie de pasos básicos que permitan obtener, ordenar y tabular la información necesaria para afirmar que la ventilación que pueda existir en un laboratorio sea la más conveniente de acuerdo al proceso de trabajo que allí se desarrolle, y de no serlo, se establezcan las recomendaciones para su corrección efectiva, es decir, un nuevo diseño del sistema.

2.1 Metodología de la Evaluación

Para el desarrollo de la evaluación se establecen los siguientes pasos, los cuales se efectúan en cada uno de los dieciséis (16) laboratorios.

2.1.1 Inspección Inicial del Laboratorio

2.1.1.1 Estudio del Local

Es importante conocer la situación del espacio físico donde se ubican los laboratorios, así como las condiciones en las cuales se encuentran los equipos y mobiliarios inherentes al sistema de ventilación localizada presente. Para ello se siguen los siguientes pasos:

- ✓ Comprobación de las dimensiones del local: Se comparan las dimensiones del laboratorio con las dimensiones encontradas en los planos arquitectónicos.

- ✓ Evaluación del mobiliario: Dimensiones de las campanas (en este caso tipo cabina), estado de las compuertas de las cabinas, funcionamiento de los sistemas incorporados en las campanas (iluminación , tomas de corriente).
- ✓ Situación de las entradas de aire del exterior: Estado de las ventanas; es importante conocer si se cuenta con la reposición adecuada de aire .
- ✓ Características arquitectónicas: Conocer las normas urbanísticas de la edificación, esto como una limitante del diseño a seleccionar.

2.1.1.2 Estudio del proceso de trabajo

En esta parte se recolecta información con ayuda del personal que labora en cada laboratorio, acerca de la naturaleza del trabajo que allí se desarrolla. Básicamente se deben considerar los siguientes aspectos:

- a. Descripción del proceso de trabajo y actividades que se ejecutan.
- b. Identificación de las sustancias contaminantes que se emiten en cada laboratorio.
- c. Identificación del estado físico predominante de los contaminantes, y si estos por su naturaleza (tamaño, concentración y volatilidad) se dispersan fácilmente en el local.
- d. Determinación de los posibles efectos en el organismo del trabajador según los contaminantes a los cuales estén expuestos.

2.1.2 Evaluación del sistema de ventilación por extracción localizada

2.1.2.1 Campana de Extracción

- ✓ Se hace un croquis de la campana de extracción en el lugar de trabajo que indique su ubicación, trayectoria y salida de su ductería.
- ✓ De igual manera se realiza un croquis de la campana que indique sus dimensiones físicas, para esto se emplea una cinta métrica.
- ✓ Se examina el estado en que se encuentra las campanas y de esta manera detectar si existen obstrucciones (**norma COVENIN 2250-90**).
- ✓ Se determina la velocidad de captura promedio en la cara de la campana para esto se sigue el siguiente procedimiento:
 - La campana totalmente abierta se cuadrícula imaginariamente en nueve áreas iguales.



Figura 2.1 Cabina abierta totalmente

- Se coloca el sensor del Termoanemómetro en la cara de la campana y se realizan diez lecturas, en el centro de cada área imaginaria en la que fue dividida.



Figura 2.2 Medición de la velocidad de captura con abertura total

- Una vez obtenidas todas las lecturas se promedia la velocidad y se obtiene la desviación estándar.
- Con el valor de velocidad promedio y el área de cara abierta de la campana se obtiene el caudal

$$Q = V \times A$$

Q: Caudal (ft³/min)

V: Velocidad promedio (ft/min)

A: Área de la cara abierta totalmente (ft²)

- Luego la campana es abierta hasta una altura de treinta centímetros, esta medida es indicada por el personal que trabaja en los laboratorios docentes y de investigación, como adecuada para el trabajo que allí se realiza.
- La campana se divide imaginariamente en tres secciones.



Figura 2.3 Cabina con abertura de 30 cm

- Se coloca el sensor en la cara de la campana y se realizan diez lecturas en el centro de cada área imaginaria.



Figura 2.4 Medición de la velocidad de captura con abertura de 30 cm

- Se obtiene la velocidad promedio, de la misma forma la desviación estándar de éstas mediciones y se calcula el caudal con la abertura de treinta centímetros, tal como se hace con la cabina abierta totalmente. El valor del caudal debe ser similar al calculado con la compuerta abierta en su totalidad.

2.1.2.2 Ductos

- ✓ Se verifica por inspección visual si hay conexiones inapropiadas y si faltan soportes a lo largo de su trayectoria, además de observar si hay presencia de corrosión. También se debe observar el tipo de material de construcción.
- ✓ Se realiza un levantamiento a través de una isometría no necesariamente a escala, de forma tal de representar gráficamente la trayectoria, longitud, número de codos, ramales de conexión y la sección de cada tramo .
- ✓ Se determina la velocidad de transporte en cada tramo del ducto, para ello se sigue el siguiente procedimiento:
 - Una vez obtenido el caudal que extrae cada campana y conociendo el área de la sección transversal del ducto correspondiente, por continuidad se calcula la velocidad de transporte en cada tramo.
$$Q = V_{\text{transporte}} \times \text{Área del ducto}, \text{ por lo que } V_{\text{transporte}} = Q/A$$

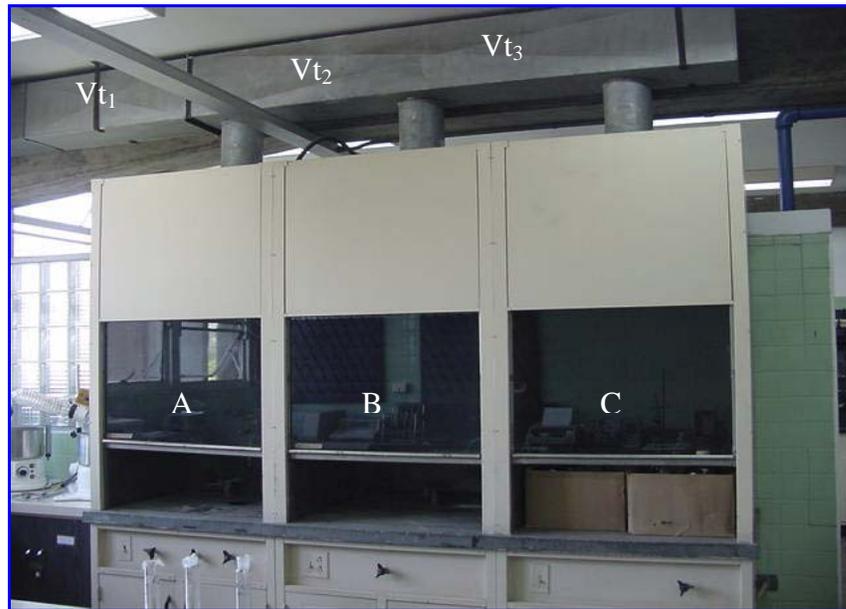


Figura 2.5 Velocidad de Transporte en la ductería

Nota: La velocidad de transporte es evaluada en cada tramo correspondiente a una campana con el incremento de caudal respectivo, para este ejemplo la velocidad de transporte en la sección uno (V_{t1}) se obtiene con la suma de todos los caudales ($Q_A + Q_B + Q_C$), en la sección dos (V_{t2}) se obtiene con ($Q_B + Q_C$) y por último en la sección tres (V_{t3}) se obtiene con Q_C .

2.1.2.3 Conjunto Ventilador-Motor

- ✓ Se determina el tipo y marca del ventilador actual. Además se observa las especificaciones en la etiqueta correspondiente al motor, para conocer la potencia y velocidad de rotación del mismo, en caso de encontrarse.
- ✓ Se determina la velocidad de rotación del motor a través de un Tacómetro Óptico, para ello se sigue el procedimiento descrito en el Apéndice II.

2.1.2.4 Tabulación de las mediciones

Una vez que se obtienen todas las mediciones correspondientes a la evaluación del sistema de extracción localizada se colocan en una hoja de cálculo, de forma tal de mostrar precisión en los cálculos inherentes a dicha evaluación, el total de éstas hojas se muestra en el ANEXO I.

2.2 Metodología del Diseño.

- a. Se selecciona un valor de velocidad de captura de acuerdo a la generación del contaminante (tabla 1.2), tomando en cuenta además, la toxicidad de las sustancias químicas que se manipulan en los laboratorios (tabla 1.1)
- b. Se calcula el caudal que debe manejar cada una de las campanas que conforman el sistema de extracción según la ecuación N° 1 del Apéndice III con el área de éstas y la velocidad de captura seleccionada.
- c. Se elige una velocidad inicial en el ducto principal próximo al ventilador. Esta velocidad se escoge de acuerdo a la naturaleza del contaminante (tabla 1.3), pero también se debe tomar en cuenta el ruido como factor restrictivo (tabla 1.4)
- d. Con una herramienta de cálculo (ductulador) se determina la pérdida de carga por unidad de longitud partiendo de la velocidad inicial seleccionada y el caudal de aire determinado. Ésta pérdida debe mantenerse a lo largo del sistema. Ver Apéndice V
- e. Las dimensiones del ducto rectangular se extraen del ductulador , si el espacio disponible lo permite esta sección debe ser lo más cuadrada posible, el diámetro

equivalente para dicho ducto también se consigue por medio del mismo dispositivo.

f. Con la pérdida de carga fija y el caudal en cada tramo del ducto principal, se obtiene la velocidad de transporte así como las dimensiones respectivas tal como se describió en los pasos (d, e).

g. Se determina la pérdida de carga total, que debe ser superada por el ventilador, para esto es preciso calcular la pérdida en el tramo que tenga mayor resistencia. La resistencia debe incluir los codos, acoplamientos y otros accesorios correspondientes a dicho ducto.

g.1 Cálculo de la presión Estática en la campana

- ✓ Se determina el factor de pérdida en la campana según figura N° 1 del Apéndice IV
- ✓ Cálculo de la presión de velocidad en la entrada del ducto según la ecuación N° 2 del Apéndice III
- ✓ Lectura del factor de corrección de la densidad del aire en la tabla N° 1 del Apéndice IV
- ✓ Cálculo de la presión de velocidad corregida en la entrada del ducto según la ecuación N° 3 del Apéndice III
- ✓ Cálculo de la presión estática en cada campana según la ecuación N° 4 del Apéndice III.
- ✓ Cálculo de pérdidas en las campanas según la ecuación N° 5 del Apéndice III.
- ✓ Se determina cuál de todas las campanas ofrece mayor pérdida a la salida, ya que ella es fundamental para establecer la ruta crítica, la cual representa el

tramo de ducto que ofrece mayor resistencia. Ésta pérdida se denotará como pérdida crítica.

g.2 Cálculo de las pérdidas por fricción en el ducto principal, esto incluye los codos y ramas de entrada a la ductería.

- ✓ Se determina la longitud recta del tramo del ducto
- ✓ Se determina la longitud equivalente de los codos necesarios a través de la figura N° 2 del Apéndice IV
- ✓ Se determina la longitud equivalente de las entradas al ducto a través de la figura N° 2 del Apéndice IV
- ✓ Se determina las pérdidas por fricción en el ducto según la ecuación N° 6 del Apéndice III, solo se tomará en cuenta el tramo de ducto donde exista mayor resistencia con sus respectivos accesorios.

g.3 Cálculo de la caída de presión estática en los puntos de la ductería donde existen expansiones.

- ✓ Cálculo de la presión dinámica en cada tramo del ducto según la ecuación N° 2 del Apéndice III.
- ✓ Lectura del factor de corrección de la densidad del aire en la tabla N° 1 del Apéndice IV
- ✓ Cálculo de la presión dinámica corregida en cada tramo del ducto según la ecuación N° 3 del Apéndice III.
- ✓ Lectura del factor de recuperación estática según figura N° 3 del Apéndice IV
- ✓ Cálculo de la caída de presión estática en cada cambio de sección según la ecuación N° 7 del Apéndice III

- ✓ Cálculo de la caída de presión total correspondiente a los cambios de sección contabilizados en el diseño , según la ecuación N° 8 del Apéndice III.

g.4 Selección y dimensionamiento de los colectores de contaminantes. Una vez seleccionado se establecerá la pérdida que ocasiona, la cual también debe ser contabilizada.

g.5 Obtenidas todas las pérdidas se deben sumar a fin de calcular la pérdida de carga total que debe vencer el ventilador.

g.6 Se determina el factor de corrección de densidad del aire por altitud y temperatura según la tabla N° 1 del Apéndice IV

g.7 Se calcula la pérdida de carga total corregida según la ecuación N° 9 del Apéndice III

h. Se calcula la potencia del ventilador requerido según la ecuación N° 10 del Apéndice III.

i. Se determina la potencia del ventilador en las condiciones reales de funcionamiento según la ecuación N° 11

j. Una vez obtenidos todos los parámetros involucrados en el diseño se procede a la elección del ventilador, teniendo en cuenta además de éstos parámetros, factores económicos como pueden ser el tamaño y clase de construcción, con un nivel de ruido y rendimiento aceptable, además de la disponibilidad en el país.

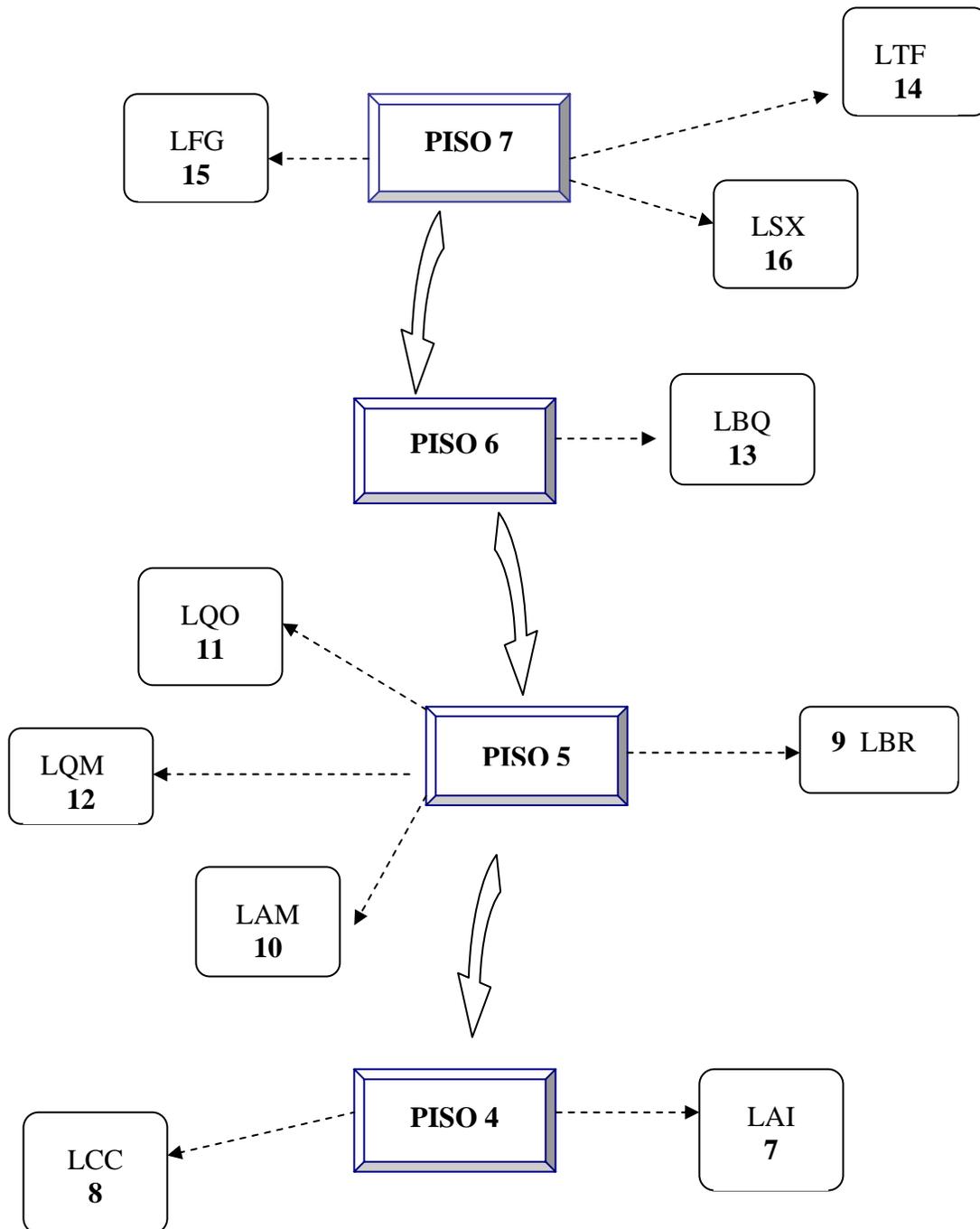
k. Se determina la superficie y el peso de los conductos rectangulares según la tabla N° 2 del Apéndice IV.

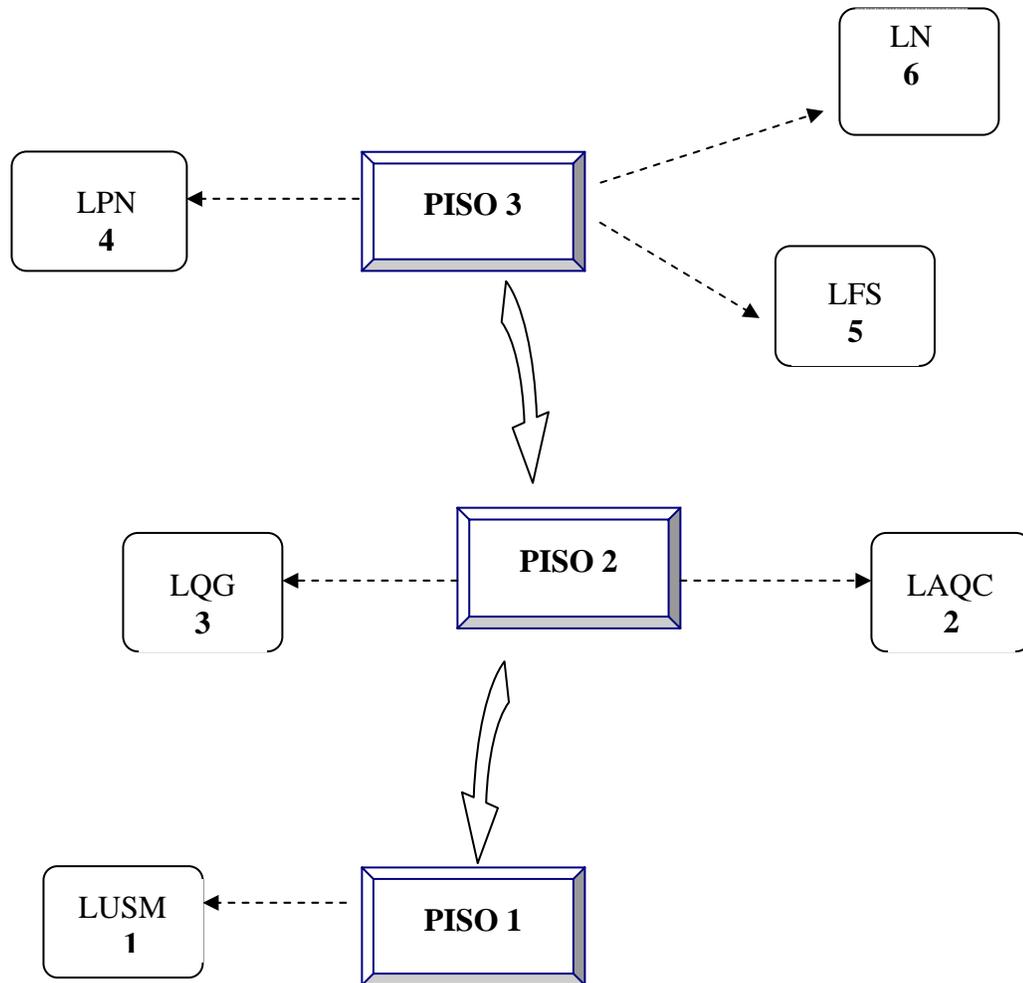
1. Luego de obtener diferentes alternativas económicas por parte de los principales proveedores nacionales se selecciona la cotización final que debe ser presentada.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS

3.1 Ubicación de los Laboratorios





3.2 Resultados de la inspección en los Laboratorios

A continuación se muestra un cuadro didáctico que permite visualizar las fallas detectadas en la inspección inicial de los laboratorios, a fin de mantener un orden lógico, los laboratorios se presentan en forma secuencial desde el primer piso del edificio hasta el piso siete.

Tabla 3.1 Cuadro de detección de Fallas

	Fallas							Observaciones
	Campanas Operativas	Corrosión en ductos	Filtros	Descarga del ventilador	Existencia del motor	Recirculación de aire contaminado	Entrada a la ductería	
LUSM	8 de 8	Si	No Existe	A ras de ventana	si	Si	90°	Múltiples conexiones a la ductería sin ningún orden.
LAQC	6 de 7	Si	No Existe	A ras de ventana	si	Si	90°	Cabina inutilizada , falta de conexión con la ductería. Una de las cabinas posee una compuerta con el vidrio roto.
LQG	4 de 8	Si	No Existe	A ras de ventana	1 de 2	Si	90°	No existe motor para servir cuatro campanas
LPN	1 de 3	Si	No Existe	A ras de ventana	si	no	45°	Dos campanas no poseen ducto, ni motor
LFS	2 de 3	No	No Existe	A ras de ventana	si	Si	90°	Una campana no posee ducto, ni motor
LN	0 de 1	Si	No Existe	A ras de ventana	no	no	90°	No existe extracción localizada
LAI	3 de 7	Si	No Existe	A ras de ventana	si	Si	90°	Una campana es suspendida (no recomendada para el tipo de contaminante) Tres campanas no utilizadas.
LCC	3 de 3	No	No Existe	A ras de ventana	Si	Si	90°	Área de la ductería (4*14) in ² . No estandarizada

	Fallas							Observaciones
	Campanas Operativas	Corrosión en ductos	Filtros	Descarga del ventilador	Existencia del motor	Recirculación de aire contaminado	Entrada a la ductería	
LBR	9 de 10	Si	No Existe	A ras de ventana	Si	Si	90°	Una campana inutilizada por falta de ductería. En dos campanas las compuertas tienen los vidrios rotos
LAM	3 de 4	Si	No Existe	A ras de ventana	Si	Si	90°	Campana inutilizada Por no poseer la compuerta
LQO	3 de 4	Si	No Existe	A ras de ventana	Si	Si	90°	Una campana no posee ducto. Caja del ventilador corroida. Compuertas deterioradas
LMO	5 de 5	Si	No Existe	A ras de ventana	Si	Si	90°	La compuerta de dos cabinas están deterioradas
LBQ	2 de 2	No	No Existe	A ras de ventana	Si	No	90°	
LTF	8 de 8	Si	No Existe	A ras de ventana	Si	Si	90°	
LFG	2 de 2	si	No Existe	A ras de ventana	Si	Si	90°	
LSX	2 de 2	si	No Existe	A ras de ventana	Si	Si	90°	La compuerta de una cabina está deteriorada

3.3 Actividades que se desarrollan en los laboratorios

Laboratorio de unidad de Síntesis de Medicamentos

Laboratorio básico de investigación. Se realizan síntesis trabajando con reactivos orgánicos (básicamente) e inorgánicos. Esta síntesis está dirigida a nuevos compuestos heterocíclicos con una actividad biológica, además de purificar los solventes comprados en el mercado llevándose a su máximo estado de pureza a través de técnicas de lavado, secado y destilación fraccionada, ya sea a presión normal o a baja presión. Además de esto, se caracterizan los compuestos sintetizados por técnicas de infrarrojo, resonancia magnética, punto de fusión, cromatografía de gases, entre otros. Estas investigaciones se realizan a diario por estudiantes de post grado y pre - grado.

Laboratorio de Análisis Químico Cuantitativo

Se ejecutan prácticas de análisis volumétrico, todos los días durante seis meses. se hace la valoración y preparación de soluciones, reactivos y valoradotas; análisis gravimétrico (manejo de balanzas analíticas, granatorias, electrónicas), manejo de buretas, secadores, estufas, crisoles de vidrio, sistemas de vacío. Se trabaja con frascos de soluciones concenradas.

Laboratorio de Química General

En éste laboratorio la Unidad III denominada Marcha Analítica de Cationes es según el personal docente la mas crítica , el objetivo de está unidad es seguir una técnica analítica con precisión y coordinación para identificar los cationes presentes en una muestra determinada, además de utilizar solventes orgánicos se utiliza cianuro de potasio, tioacetamida. De aquí la criticidad de ésta unidad.

Laboratorio de Productos Naturales

Laboratorio de investigación, trabaja en conjunto con el laboratorio de Farmacognosia, pero sólo con profesores y tesisistas. Se realizan en general el aislamiento de plantas que no han sido estudiadas ni descubiertas aplicando fotoquímica.

Laboratorio de Farmacognosia

Las prácticas se dividen en dos ciclos: el primero es referido a la identificación de sustancias en las plantas (cromatografía fina); y el segundo a la valoración de estas sustancias. Se realizan estudios fotoquímicos (estudio de plantas). Se aíslan e identifican compuestos en las plantas con técnicas como cromatografía de capa fina para la identificación de las mismas. También se hace la valoración de estas sustancias identificadas. El material de estudio es el material vegetal, es decir, plantas. Todas las técnicas requieren de solventes orgánicos, ácidos, bases, reactivos químicos. Las prácticas dependen del grupo admitido, generalmente tienen un horario de diez a una (pm), cuatro días a la semana.

Laboratorio de Neuropéptidos

El objetivo principal de éste laboratorio es la experimentación en animales (ratas). Consiste en suministrar neuropéptidos (cadena de aminoácidos) en el cerebro de dichos animales tales como endotelina, angiotensina II y adrenomedulina, de forma tal de caracterizar las acciones periféricas de éstos neuropéptidos a través de estudios fisiológicos. Como por ejemplo estudiar la relación de la presión arterial con enfermedades patológicas como la diabetes

Laboratorio de Control de Calidad

Los objetivos fundamentales de éste laboratorio son:

- Análisis físico-químico del agua destilada, desmineralizada, de manantial o potable.

- Análisis microbiológico
- Análisis cuantitativo de materias primas y productos terminados, entre los cuales tenemos; cromatografía, espectrometría, fluorimetría, potenciometría

Laboratorio de Análisis Instrumental

Se realizan análisis instrumentales con técnicas avanzadas; prácticas profesionales analíticas; análisis farmacéutico, en la cual se realizan análisis de medicamentos con la aplicación de espectrofotometría, refractómetros, potenciómetros, conductímetros, colorímetros; y análisis de cosméticos.

Laboratorio de Bromatología

En este laboratorio se realizan análisis de los cuatro grupos de alimentos: lácteos, bebidas (alcohólicas y analcohólicas), cárnicos y cereales., a parte de las investigaciones profesionales. Las prácticas profesionales se realizan 4 veces a la semana, las de pre – grado tres veces a la semana, ambas durante todo el año.

Laboratorio de Química Orgánica

Los objetivos generales de éste laboratorio son: aplicar métodos generales de síntesis, extracción, separación y purificación de compuestos orgánicos, se utilizan solventes orgánicos peligrosos como benceno y cloroformo, además de esto también se identifican algunos grupos funcionales mediante reacciones químicas sencillas.

Laboratorio de Análisis de Medicamentos

En la asignatura teórica – práctica se realizan análisis físico – químico de los productos farmacéuticos. Entre los tipos de análisis realizados se encuentran: los análisis volumétricos (clásicos), los instrumentales (efectuados con equipos específicos), los de espectrofotometría (ultravioleta visible e infrarrojo). Además de estos se hacen digestiones para que la materia orgánica se destruya y

potopsicrometrías para medir PH o los milivoltios. Las prácticas se realizan tres veces por semana, todo el día, en un período de enero a julio.

Laboratorio de Química Medicinal (Medicamentos Orgánicos)

Esta unidad de investigación esta orientada hacia el área de modelado molecular, además del diseño y desarrollo de compuestos orgánicos así como la evaluación de su posible actividad biológica y/o toxicidad .

Laboratorio de Bioquímica

En este laboratorio se realizan ensayos biológicos que involucran el uso de drogas que son solubilizadas en solventes orgánicos (acetonas, éter, dimetil sulfusidex, cloroformo, entre otros) Dentro de las actividades del laboratorio se encuentran, en primer lugar, preparar fijadores para la combinación de cerebros de animales en experimentación; preparación de líquidos para la solubilización de radioisótopos (toluenos, fenoles); trabajar con solventes orgánicos en generales para dormir animales.

Laboratorio de Toxicología Forense

Este laboratorio se encarga de manipular adecuadamente animales empleados en la experimentación toxicológica (ratas); administrar sustancias en animales de experimentación por vías intravenosa, intramuscular, subcutánea, intraperitoneal, oral e inhaladora. Envasar y conservar las muestras biológicas según sus características y condiciones, además de la observación al animal en experimentación. Comprende tres ciclos de prácticas, 4 días por ciclo, 3 horas diarias.

Laboratorio de Satox

En este laboratorio de docencia se realizan las siguientes actividades valorativas:

- Valoración de Paration (plaguicidas) en la atmósfera.
- Valoración de vapores de ácido sulfurico

- Valoración de mercurio en la orina
- Valoración de cromo en la orina
- Valoración de la Acetona
- Valoración de plomo en la sangre

Laboratorio de Farmacología

Por semana se realizan servicios de determinación de catecolaminas. Este es un laboratorio de investigación, donde se determina la presencia de algún tumor en el paciente, mediante el estudio de la glándula suprarrenal, midiendo las dos sustancias más importantes segregadas por esta que son la adrenalina y la noradrenalina en orinas de 24 horas. Estas determinaciones se realizan mediante el uso de tolueno, acetato de etilo y ácido clorhídrico, el cual se prepara en concentrado una vez cada seis meses y se utiliza el diluido para las investigaciones. Trabajan sólo pasante.

3.4 Identificación de las sustancias utilizadas además de sus propiedades físico-químicas

La siguiente tabla contiene información referente a datos físicos y químicos de las sustancias más empleadas en los laboratorios de la Facultad de Farmacia que conforman este estudio. El coeficiente de difusión y la presión de vapor varían con la temperatura, los valores son referidos a (25°C).

Tabla 3.2 Propiedades Físico-químicas

Sustancias	Propiedades				
	Fórmula	P.M	Densidad Relativa	Difusividad (cm ² /s)	Presión de vapor (mmHg)
Acetato de etilo	CH ₃ CO ₂ C ₂ H ₅	88.10	0.901	0.0709	75
Acetona	CH ₃ COCH ₃	58.08	0.792	0.101	-17.9
Ácido acético	CH ₃ COOH	60.05	1.049	0.133	33.17
Anilina	C ₆ H ₅ NH ₂	93.12	1.022	0.0726	85.6
Benceno	C ₆ H ₆	78.11	0.879	0.0962	5.8
Clorobenceno	C ₆ H ₅ Cl	112.56	1.107	0.073	38.09
Cloroformo	CHCl ₃	119.39	1.478	0.091	-16
Dioxano	O(CH ₂) ₄ ^o	88.10	1.034	-	15.3
Éter etílico	(C ₂ H ₅) ₂ ^o	74.12	0.713	0.093	439.5
Formaldehído	HCHO	30.03	0.815	-	-77.3
Hexano	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₃	86.17	0.684	-	-11.15
Metilisobutilcetona	CH ₃ COC ₄ H ₉	100.16	0.801	-	15.97
Nitrobenceno	C ₆ H ₅ NO ₂	123.11	1.205	-	103.3
Tolueno	C ₆ H ₅ CH ₃	92.13	0.866	0.0844	21.7
Tricloro etileno	ClCHCl ₂	131.4	1.466		2.2
Xileno	C ₅ H ₄ (CH ₃) ₂	106.16	0.881	0.071	44.6
Yodo	I ₂	253.82	4.93	0.07	0.3

3.5 Toxicidad y Peligrosidad de los Contaminantes.

La siguiente tabla está referida a las sustancias o agentes químicos utilizados con mayor frecuencia en los diferentes laboratorios que conforman el universo de este estudio, los órganos humanos que pueden ser afectados por estos agentes, los efectos y las vías de entrada al organismo.

Columna 1:

Indica los laboratorios en los cuales estas sustancias son de uso frecuente, en la mayoría de los casos en todas las prácticas realizadas. Para el fácil entendimiento en este ítem se utilizará la designación numérica propuesta en el punto (3.1)

Columna 2:

Específica los distintos efectos que los diferentes agentes químicos pueden tener sobre el organismo humano:

Asfixiante (A)	Carcinógenos (C)	Tóxicos (T)
Irritantes (I)	Narcóticos (N)	

Columna 3

Aquí se señalan los órganos humanos que pueden ser afectados por estos agentes químicos ocasionando de esta manera una enfermedad ocupacional; entre los cuales se encuentran:

Sistema Respiratorio (SR)	Pulmones (Pul)	Ojos (O)
Sistema Nervioso (SN)	Piel (P)	Hígado (H)
Sistema Cardíaco (SC)	Intestinos (I)	Riñones (R)
Sistema Digestivo (SD)		

Columna 4

Se refiere a la facilidad con que estos agentes contaminantes pueden penetrar en el organismo de los trabajadores:

Respiratoria (R)	Digestiva (Dig)	Dérmica (D)
------------------	-----------------	-------------

Tabla 3.3 Toxicidad y peligrosidad de los contaminantes

SUSTANCIA	Lab. donde se utiliza	Efectos en el organismo	Órganos afectados	Vías de entrada al organismo
Acetato de etilo	4-12	T-I	SR-P-O	R-D
Acetona	1-3-4-5-6-7-9-10-12-13-14-15-16	I-T	SR-P-O-P	R-D-Dig
Ácido acético	1-2-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-15-16	T-I-A	SR-P-O	R-D
Ácido clorhídrico	2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16	T-I-A	SR-Pul-SC	R-Dig
Ácido fluorhídrico	16	T-I-A	SR-SC-SD	R-Dig
Ácido fórmico	4-5-6-9-10-13-15-16	T-I	P-O	D-R
Ácido nítrico	2-3-4-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16	A-T-I	SD-SC-SR-Pul	R-Dig-R
Ácido sulfúrico	2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16	T-I	P-O	D-Dig-R
Anhídrido acético	1-3-7-12	T-I-A-N	SD-DR-O-P-SR	R-D.Dig
Anilina	1	T-I-N	SR-P-SN-SC-H-O	R-D-Dig
Benceno	1-7-9-10-11-15-16	C-T-N	SC-SD-SN-P	R-D
Butanol	1-4-5-6-9-10-11-12	T-I	P-O	R-D-Dig

SUSTANCIA	Lab. donde se utiliza	Efectos en el organismo	Órganos afectados	Vías de entrada al organismo
Cloroformo	1-4-5-6-7-9-10-11-12-13-14-15-16	I-T	P-O-SC-H	R-D
Dioxano	1-3-12	A-C-I-N	SR-P-O-R-H	R-D
Éter etílico	1-3	T-I	SR-P-O	R-Dig
Etanol	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16	T-N	SN-SR	R
Formaldehído	1-7	C-T-N-I	SR.Pul-P-O	R-Dig
Hexano	1-4-5-12	T	SN-Pul-O-SR-P	R-D-Dig
Hidróxido de sodio	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16			
Metilisobutilcetona	1	T-I	SR-P-O-R-H-SN	R-D-Dig
Nitrobenceno	1	T-C	P-O-H	R-D
Propanol	1	T-I	SR-O-Pul	R
Sulfato de carbono	1	N-T	SR-O-Pul	R
Tricloro etileno	1	T	SN-H-Pul-SC-P-R	Dig-R-D
Tolueno	1-2-5-6-7-9-16	T-I-C-N	H-P-Pul-I-SR-O-SN-SC	R-Dig
Xileno	1	T-I-N	SR-O-SN-SC	Dig-D-R
Yodo	7	T-I	O-Pul-SR-P	R-D

3.6 Resultados de la Evaluación de los Sistemas de Extracción Localizada

Se muestra en síntesis los resultados obtenidos en la evaluación de la velocidad de captura y transporte. Los valores señalados en rojo indican que están por debajo de los mínimos establecidos, en las tablas (1.1) y (1.2) con respecto a la velocidad de captura y en la tabla (1.3) referida a la velocidad de transporte. De esta manera se concluye la necesidad o no de un nuevo diseño en cada uno de los sistemas de ventilación localizada. La totalidad de los resultados se detallan en hojas de cálculo ubicadas en el ANEXO I .

Laboratorio de Unidad de Síntesis de Medicamentos

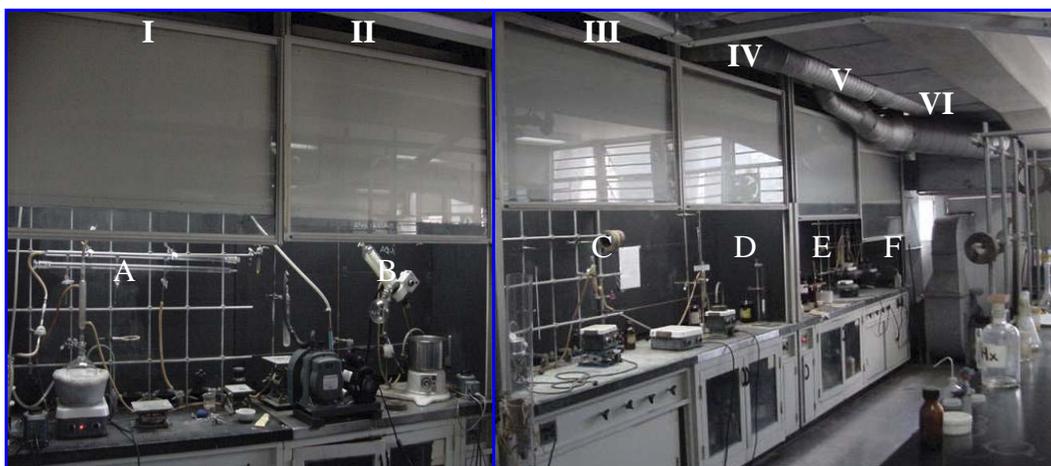


Figura 3.1 Sistema de Extracción 1 (LUSM)

Tabla 3.4 Velocidad de Captura S.E. 1 (LUSM)

<i>Campanas (Todas Tipo Cabina)</i>	<i>Velocidad de Captura(fpm)</i>	<i>Área de cara de la Campana (ft²)</i>	<i>Caudal (pcm)</i>
A	34.08	14.99	511.07
B	34.62	14.99	519.02
C	38.58	14.99	578.67
D	20.80	14.99	311.91
E	35.62	12.09	431.07
F	23.25	11.86	275.94

Tabla 3.5 Velocidad de Transporte S.E. 1 (LUSM)

<i>Sección</i>	<i>Caudal (pcm)</i>	<i>Área de la sección transversal de la ductería principal (ft²)</i>	<i>Velocidad de Transporte (fpm)</i>
I	511.07	1.93	263.78
II	1030.28	1.93	531.75
III	1608.95	1.93	830.42
IV	1920.87	1.93	991.41
V	2351.94	1.93	1213.90
VI	2627.88	1.93	1356.32

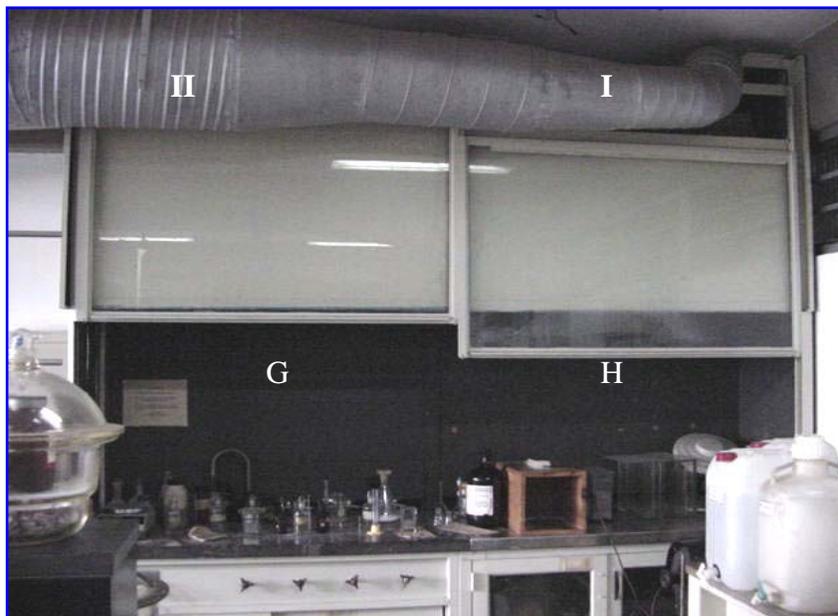


Figura 3.2 Sistema de Extracción 2 (LUSM)

Tabla 3.6 Velocidad de Captura S.E. 2 (LUSM)

<i>Campanas Tipo Cabina</i>	<i>Velocidad de Captura(fpm)</i>	<i>Área de cara de la Campana (ft²)</i>	<i>Caudal (pcm)</i>
<i>G</i>	<i>72.59</i>	<i>14.99</i>	<i>1088.60</i>
<i>H</i>	<i>64.96</i>	<i>11.23</i>	<i>729.57</i>

Tabla 3.7 Velocidad de Transporte S.E. 2 (LUSM)

<i>Sección</i>	<i>Caudal (pcm)</i>	<i>Área de la sección transversal de la ductería principal (ft²)</i>	<i>Velocidad de Transporte (fpm)</i>
<i>I</i>	729.57	18.26	39.93
<i>II</i>	1818.17	18.26	99.52

Síntesis de resultados

Los sistemas de extracción (1) y (2) muestran en su evaluación valores de velocidad de captura por debajo del valor mínimo establecido. Estos resultados indican que el sistema no posee una velocidad necesaria para extraer los contaminantes que allí se manipulan. Con respecto a la velocidad de transporte, se puede observar que ambos sistemas presentan valores inferiores al mínimo recomendado, evidenciado por la presencia de corrosión en la ductería del sistema. En este laboratorio se requiere de un nuevo diseño de los sistemas de extracción.

Laboratorio de Análisis Químico Cuantitativo**Figura 3.3** Sistema de Extracción 1 (LAQC)**Tabla 3.8** Velocidad de Captura S.E. 1 (LAQC)

<i>Campanas (Tipo cabina)</i>	<i>Velocidad de Captura(fpm)</i>	<i>Área de cara de la Campana (ft²)</i>	<i>Caudal (pcm)</i>
A	93.24	2.55	237.86
B	79.52	2.55	202.87
C	98.75	2.55	251.92
D	96.65	2.55	246.56
E	95.73	2.55	244.22

Tabla 3.9 Velocidad de Transporte S.E. 1 (LAQC)

<i>Sección</i>	<i>Caudal (pcm)</i>	<i>Área de la sección transversal de la ductería principal (ft²)</i>	<i>Velocidad de Transporte (fpm)</i>
<i>I</i>	237.86	2.29	<i>103.65</i>
<i>II</i>	440.74	2.29	<i>192.05</i>
<i>III</i>	692.66	2.29	<i>301.83</i>
<i>IV</i>	939.23	2.29	<i>409.27</i>
<i>V</i>	1183.45	2.29	<i>515.69</i>

**Figura 3.4** Sistema de Extracción 2 (LAQC)

Tabla 3.10 Velocidad de Captura S.E. 2 (LAQC)

<i>Campanas Tipo Cabina</i>	<i>Velocidad de Captura(fpm)</i>	<i>Área de cara de la Campana (ft²)</i>	<i>Caudal (pcm)</i>
A	264.50	2.55	674.75

Tabla 3.11 Velocidad de Transporte S.E. 2 (LAQC)

<i>Sección</i>	<i>Caudal (pcm)</i>	<i>Área de la sección transversal de la ductería principal (ft²)</i>	<i>Velocidad de Transporte (fpm)</i>
I	674.75	0.64	1044.78

Síntesis de resultados

El sistema de extracción (1) muestra valores de velocidad de captura por debajo del valor mínimo establecido. Con respecto a la velocidad de transporte, se observa que posee valores deficientes que impiden la vehiculación del contaminante, además de originar la corrosión en la ductería. Solo el sistema de extracción 1 requiere de un nuevo diseño.

Laboratorio de Química General**Figura 3.5** Sistema de Extracción 1 (LQG)**Tabla 3.12** Velocidad de Captura S.E. 1 (LQG)

<i>Campanas Tipo Cabina</i>	<i>Velocidad de Captura(fpm)</i>	<i>Área de cara de la Campana (ft²)</i>	<i>Caudal (pcm)</i>
A	41.33	4.52	186.88
B	35.89	4.52	162.26
C	45.99	4.52	207.94
D	68.11	4.52	307.91

Tabla 3.13 Velocidad de Transporte S.E. 1 (LQG)

<i>Sección</i>	<i>Caudal (pcm)</i>	<i>Área de la sección transversal de la ductería principal (ft²)</i>	<i>Velocidad de Transporte (fpm)</i>
<i>I</i>	186.88	0.64	289.37
<i>II</i>	349.14	0.64	540.61
<i>III</i>	557.09	0.64	862.59
<i>IV</i>	865.01	0.64	1339.37

Síntesis de resultados

Las velocidades de captura están por debajo de los valores mínimos fijados, una vez más no se cuenta con la velocidad requerida para extraer los contaminantes, además, las velocidades en las tres primeras secciones del ducto son insuficientes para transportarlos. Esto justifica la proyección de un nuevo sistema de extracción local.



Figura 3.6 Sistema de Extracción 2 (LQG)

Síntesis de resultados

Este sistema de extracción no posee la polea que conecta al motor con el eje del ventilador, por ello no se pudo evaluar la velocidad de captura y transporte, las campanas están inutilizadas. Sin embargo, el hecho de que existan conexiones inapropiadas entre la campana y el ducto principal induce un nuevo planteamiento del sistema.

Laboratorio de Productos Naturales



Figura 3.7 Sistema de Extracción 1 (LPN)

Tabla 3.14 Velocidad de Captura S.E. 1 (LPN)

<i>Campanas (Tipo Cabina)</i>	<i>Velocidad de Captura(fpm)</i>	<i>Área de cara de la Campana (ft²)</i>	<i>Caudal (pcm)</i>
A	<i>111.15</i>	<i>2.55</i>	<i>283.56</i>

Tabla 3.15 Velocidad de Transporte S.E. 1 (LPN)

<i>Sección</i>	<i>Caudal (pcm)</i>	<i>Área de la sección transversal de la ductería principal (ft²)</i>	<i>Velocidad de Transporte (fpm)</i>
<i>I</i>	283.56	0.64	439.06

Síntesis de resultados:

La velocidad de transporte esta muy distante del valor inferior recomendado, causa por la que existe corrosión . Se requiere la proyección de un nuevo sistema .

Laboratorio de Farmacognosia**Figura 3.8** Sistema de Extracción 1 (LFS)

Tabla 3.16 Velocidad de Captura S.E. 1 (LFS)

<i>Campanas (Tipo Cabina)</i>	<i>Velocidad de Captura(fpm)</i>	<i>Área de cara de la Campana (ft²)</i>	<i>Caudal (pcm)</i>
A	76.83	2.55	196.01
B	68.56	2.55	174.92

Tabla 3.17 Velocidad de Transporte S.E. 1 (LFS)

<i>Sección</i>	<i>Caudal (pcm)</i>	<i>Área de la sección transversal de la ductería principal (ft²)</i>	<i>Velocidad de Transporte (fpm)</i>
I	174.92	0.54	322.44
II	370.93	0.54	683.75

Síntesis de resultados

Éstas velocidades no son capaces de captar y conducir los contaminantes de forma apropiada, lo que promueve la contaminación ocupacional además de acelerar el deterioro de los ductos como consecuencia de la corrosión en el mismo. Es necesario proyectar un nuevo diseño.

Laboratorio de Neuropeptidos

Figura 3.9 Sistema de Extracción 1 (LN)

Síntesis de resultados

El sistema de extracción localizada no posee motor eléctrico, las velocidades no pudieron ser evaluadas, sin embargo la disposición inadecuada de la ducteria es causa suficiente para plantear una modificación en el sistema.

Laboratorio de Control de Calidad del LGTI

Figura 3.10 Sistema de Extracción 1 (LCC)

Tabla 3.18 Velocidad de Captura S.E. 1 (LCC)

<i>Campanas (Tipo Cabina)</i>	<i>Velocidad de Captura(fpm)</i>	<i>Área de cara de la Campana (ft²)</i>	<i>Caudal (pcm)</i>
A	39.56	3.51	139.26
B	58.13	3.51	204.62
C	98.95	3.51	348.28

Tabla 3.19 Velocidad de Transporte S.E. 1 (LCC)

<i>Sección</i>	<i>Caudal (pcm)</i>	<i>Área de la sección transversal de la ductería principal (ft²)</i>	<i>Velocidad de Transporte (fpm)</i>
<i>I</i>	139.26	0.47	291.40
<i>II</i>	343.89	0.47	719.57
<i>III</i>	692.18	0.47	1448.32

Síntesis de resultados

El sistema no dispone de la velocidad necesaria para captar los contaminantes. Por otra parte la velocidad de los agentes químicos en el ducto no es adecuada, lo que fomenta la aparición de corrosión en el mismo. Es necesario implantar un nuevo diseño del sistema.

Laboratorio de Análisis Instrumental



Figura 3.11 Sistema de Extracción 1 (LAI)

Tabla 3.20 Velocidad de Captura S.E.1 (LAI)

<i>Campanas (Tipo Cabina)</i>	<i>Velocidad de Captura(fpm)</i>	<i>Área de cara de la Campana (ft²)</i>	<i>Caudal (pcm)</i>
A	79.98	2.55	204.05
B	82.34	2.55	210.07
C	73.68	2.55	187.98

Tabla 3.21 Velocidad de Transporte S.E. 1 (LAI)

<i>Sección</i>	<i>Caudal (pcm)</i>	<i>Área de la sección transversal de la ductería principal (ft²)</i>	<i>Velocidad de Transporte (fpm)</i>
<i>I</i>	204.05	0.96	210.63
<i>II</i>	414.12	0.96	427.48
<i>III</i>	602.10	0.96	621.52

**Figura 3.12** Sistema de Extracción 2 (LAI)

Síntesis de resultados

En ambos sistemas de ventilación localizada, las velocidades de captura están por debajo de los valores mínimos fijados, nuevamente no se cuenta con la velocidad requerida para extraer los contaminantes, además, las velocidades de transporte en el ducto son insuficientes para transportarlos. Esto justifica la proyección de un nuevo sistema de extracción local.

Laboratorio de Análisis de Medicamentos

Figura 3.13 Sistema de Extracción 1 (LAM)

Tabla 3.22 Velocidad de Captura S.E. 1 (LAM)

<i>Campanas (Tipo Cabina)</i>	<i>Velocidad de Captura(fpm)</i>	<i>Área de cara de la Campana (ft²)</i>	<i>Caudal (pcm)</i>
A	100.65	4.48	451.79
B	109.44	4.48	491.26
C	124.86	4.48	560.47

Tabla 3.23 Velocidad de Transporte S.E. 1 (LAM)

<i>Sección</i>	<i>Caudal (pcm)</i>	<i>Área de la sección transversal de la ductería principal (ft²)</i>	<i>Velocidad de Transporte (fpm)</i>
I	451.79	1.93	233.18
II	943.06	1.93	486.74
III	1503.54	1.93	776.02

Síntesis de resultados

Este sistema presenta valores de velocidades de captura dentro del rango estipulado; sin embargo, la velocidad en el ducto para todas las secciones están por debajo del valor mínimo establecido, evidenciado por la presencia de corrosión en la ductería. En éste caso también se necesita plantear una modificación en el conjunto.

Laboratorio de Química Orgánica**Figura 3.14** Sistema de Extracción 1 (LQO)**Tabla 3.24** Velocidad de Captura S.E. 1 (LQO)

<i>Campanas (Tipo Cabina)</i>	<i>Velocidad de Captura(fpm)</i>	<i>Área de cara de la Campana (ft²)</i>	<i>Caudal (pcm)</i>
A	109.51	4.52	495.09
B	137.46	4.52	621.46
C	107.48	4.52	485.90

Tabla 3.25 Velocidad de Transporte S.E. 1 (LQO)

<i>Sección</i>	<i>Caudal (pcm)</i>	<i>Área de la sección transversal de la ductería principal (ft²)</i>	<i>Velocidad de Transporte (fpm)</i>
<i>I</i>	495.09	1.61	306.64
<i>II</i>	485.90	1.61	300.94
<i>III</i>	1602.46	1.61	992.49

Síntesis de resultados

Con respecto a la velocidad de captura, los valores indican que el sistema cuenta con la velocidad requerida para captar los contaminantes y evitar su dispersión. No obstante, la velocidad de transporte en todas las secciones de la ductería reflejan valores inferiores al mínimo fijado. Un sistema de extracción eficiente además de captar el contaminante debe transportarlo adecuadamente para evitar su asentamiento en los ductos y la corrosión consecuente. Este laboratorio requiere de un nuevo diseño en el sistema de extracción.

Laboratorio de Medicamentos Orgánicos**Figura 3.15** Sistema de Extracción 1 (LMO)**Tabla 3.26** Velocidad de Captura S.E. 1 (LMO)

<i>Campanas (Tipo Cabina)</i>	<i>Velocidad de Captura(fpm)</i>	<i>Área de cara de la Campana (ft²)</i>	<i>Caudal (pcm)</i>
A	182.74	3.55	649.11
B	172.37	3.55	612.29
C	151.50	3.55	538.17
D	81.49	3.55	289.48
E	98.16	3.55	348.68

Tabla 3.27 Velocidad de Transporte S.E. 1 (LMO)

<i>Sección</i>	<i>Caudal (pcm)</i>	<i>Área de la sección transversal de la ductería principal (ft²)</i>	<i>Velocidad de Transporte (fpm)</i>
<i>I</i>	348.68	1.51	230.88
<i>II</i>	638.16	1.51	422.57
<i>III</i>	1176.33	2.62	447.89
<i>IV</i>	1788.62	2.62	681.02
<i>V</i>	2437.74	2.62	928.17

Síntesis de resultados.

Las últimas dos campanas presentan velocidades de captación insuficientes ; por otro lado en todas las secciones del ducto principal, las velocidades de transporte no alcanzan el valor mínimo recomendado, lo que genera corrosión en el ducto. Éste resultado sugiere la modificación del sistema de extracción local.

Laboratorio de Bromatología**Figura 3.16** Sistema de Extracción 1 (LBR)**Tabla 3.28** Velocidad de Captura S.E. 1 (LBR)

<i>Campanas (Tipo Cabina)</i>	<i>Velocidad de Captura(fpm)</i>	<i>Área de cara de la Campana (ft²)</i>	<i>Caudal (pcm)</i>
A	77.36	2.55	197.35
B	76.70	2.55	195.68
C	49.34	2.55	125.87
D	60.36	2.55	154
E	115.22	2.55	293.93
F	117.06	3.55	415.80

Tabla 3.29 Velocidad de Transporte S.E. 1 (LBR)

<i>Sección</i>	<i>Caudal (pcm)</i>	<i>Área de la sección transversal de la ductería principal (ft²)</i>	<i>Velocidad de Transporte (fpm)</i>
I	197.35	1.29	152.79
II	393.03	1.29	304.28
III	518.91	1.29	401.73
IV	672.91	1.29	520.96
V	966.85	1.29	748.53
VI	1382.66	1.29	1070.44

**Figura 3.17** Sistema de Extracción 2 (LBR)

Tabla 3.30 Velocidad de Captura S.E. 2 (LBR)

<i>Campanas (Tipo Cabina)</i>	<i>Velocidad de Captura(fpm)</i>	<i>Área de cara de la Campana (ft²)</i>	<i>Caudal (pcm)</i>
G	139.43	2.55	355.70
H	70.29	2.55	179.10
I	122.83	2.55	313.35

Tabla 3.31 Velocidad de Transporte S.E. 2 (LBR)

<i>Sección</i>	<i>Caudal (pcm)</i>	<i>Área de la sección transversal de la ductería principal (ft²)</i>	<i>Velocidad de Transporte (fpm)</i>
I	355.70	0.94	377.67
II	313.35	0.94	332.70
III	848.17	0.94	900.54

Síntesis de resultados:

En el sistema de extracción (1), las velocidades de captura son inferiores a la mínima requerida, al igual que la campana (H) del segundo sistema; la velocidad de transporte en ambos sistemas no es apropiada, lo que promueve la contaminación ocupacional además de acelerar el deterioro de los ductos como consecuencia de la

corrosión en el mismo. En este laboratorio se requiere de un nuevo diseño de los sistemas de extracción.

Laboratorio de Bioquímica



Figura 3.18 Sistema de Extracción 1 (LBQ)

Tabla 3.32 Velocidad de Captura S.E. 1 (LBQ)

<i>Campanas (Tipo Cabina)</i>	<i>Velocidad de Captura(fpm)</i>	<i>Área de cara de la Campana (ft²)</i>	<i>Caudal (pcm)</i>
A	277.09	2.55	706.89

Tabla 3.33 Velocidad de Transporte S.E. 1 (LBQ)

<i>Sección</i>	<i>Caudal (pcm)</i>	<i>Área de la sección transversal de la ductería principal (ft²)</i>	<i>Velocidad de Transporte (fpm)</i>
<i>I</i>	706.89	0.96	729.69



Figura 3.19 Sistema de Extracción 2 (LBQ)

Tabla 3.34 Velocidad de Captura S.E. 2 (LBQ)

<i>Campanas (Tipo Cabina)</i>	<i>Velocidad de Captura(fpm)</i>	<i>Área de cara de la Campana (ft²)</i>	<i>Caudal (pcm)</i>
<i>B</i>	<i>94.55</i>	<i>2.55</i>	<i>241.21</i>

Tabla 3.35 Velocidad de Transporte S.E. 2 (LBQ)

<i>Sección</i>	<i>Caudal (pcm)</i>	<i>Área de la sección transversal de la ductería principal (ft²)</i>	<i>Velocidad de Transporte (fpm)</i>
<i>I</i>	<i>241.21</i>	<i>0.64</i>	<i>373.48</i>

Síntesis de resultados

El sistema de extracción (2) no posee la velocidad de captación requerida a las necesidades del laboratorio. Las velocidades de transporte en ambos conjuntos son deficientes para transportar los contaminantes. Esto justifica la proyección de un nuevo sistema de extracción local en los dos casos.

Laboratorio de Toxicología Forense



Figura 3.20 Sistema de Extracción 1 (LTF)

Tabla 3.36 Velocidad de Captura S.E. 1 (LTF)

<i>Campanas (Tipo Cabina)</i>	<i>Extracción de Captura(fpm)</i>	<i>Área de cara de la Campana (ft²)</i>	<i>Caudal (pcm)</i>
<i>A</i>	<i>137.27</i>	<i>3.55</i>	<i>487.59</i>
<i>B</i>	<i>124.54</i>	<i>2.55</i>	<i>317.71</i>
<i>C</i>	<i>17.58</i>	<i>2.55</i>	<i>44.86</i>
<i>D</i>	<i>54.79</i>	<i>2.55</i>	<i>139.78</i>
<i>E</i>	<i>109.44</i>	<i>3.55</i>	<i>388.77</i>

Tabla 3.37 Velocidad de Transporte S.E. 2 (LTF)

<i>Sección</i>	<i>Caudal (pcm)</i>	<i>Área de la sección transversal de la ductería extracción (ft²)</i>	<i>Extracción de Transporte (fpm)</i>
<i>I</i>	388.77	1.29	300.98
<i>II</i>	528.56	1.29	409.21
<i>III</i>	573.42	1.29	443.94
<i>IV</i>	891.12	1.29	689.91
<i>V</i>	1378.72	1.29	1067.39



Figura 3.21 Sistema de Extracción 2 (LTF)

Tabla 3.38 Velocidad Captura S.E. 2 (LTF)

<i>Campanas (Tipo Cabina)</i>	<i>Velocidad de Captura(fpm)</i>	<i>Área de cara de la Campana (ft²)</i>	<i>Caudal (pcm)</i>
F	33.98	2.55	86.71
G	57.34	2.55	146.30
H	50.85	2.55	129.73

Tabla 3.39 Velocidad de Transporte S.E. 2 (LTF)

<i>Sección</i>	<i>Caudal (pcm)</i>	<i>Área de la sección transversal de la ductería principal (ft²)</i>	<i>Velocidad de Transporte (fpm)</i>
I	86.71	2.15	40.28
II	233.01	2.15	108.24
III	362.74	2.15	168.49

Síntesis de resultados:

Ambos sistemas de extracción no poseen la velocidad de captación necesaria; las velocidades de transporte no alcanzan el valor mínimo recomendado, lo que promueve la corrosión en la superficie del ducto. Éstos resultados sugieren la modificación de los conjuntos de ventilación.

Laboratorio de SATOX

Figura 3.22 Sistema de Extracción 1 (LSX)

Tabla 3.40 Velocidad de Captura S.E. 1 (LSX)

<i>Campanas (Tipo Cabina)</i>	<i>Velocidad de Captura(fpm)</i>	<i>Área de cara de la Campana (ft²)</i>	<i>Caudal (pcm)</i>
A	75.91	3.55	269.66
B	89.56	2.55	228.48

Tabla 3.41 Velocidad de Transporte S.E. 1 (LSX)

<i>Sección</i>	<i>Caudal (pcm)</i>	<i>Área de la sección transversal de la ductería principal (ft²)</i>	<i>Velocidad de Transporte (fpm)</i>
<i>I</i>	269.66	0.87	309.29
<i>II</i>	498.15	0.87	571.36

Síntesis de resultados

En este laboratorio no se cuenta con la velocidad mínima para captar y transportar los contaminantes, lo que genera corrosión en el ducto y contaminación ocupacional. Se hace necesario nuevo planteamiento del sistema.

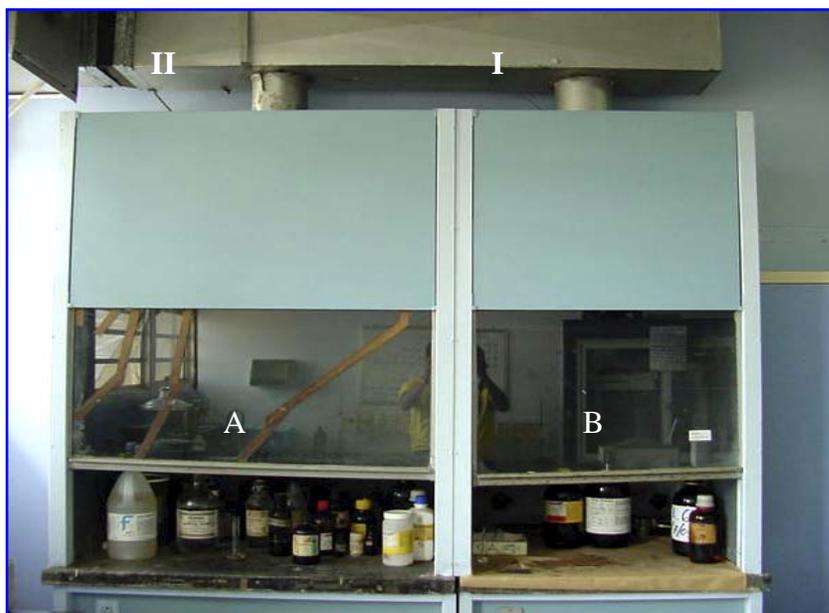
Laboratorio de Farmacología

Figura 3.23 Sistema de Extracción 1 (LFG)

Tabla 3.42 Velocidad de Captura S.E. 1 (LFG)

<i>Campanas (Tipo Cabina)</i>	<i>Velocidad de Captura(fpm)</i>	<i>Área de cara de la Campana (ft²)</i>	<i>Caudal (pcm)</i>
A	83.79	3.51	294.93
B	83.46	2.55	212.92

Tabla 3.43 Velocidad de Transporte S.E. 1 (LTF)

<i>Sección</i>	<i>Caudal (pcm)</i>	<i>Área de la sección transversal de la ductería principal (ft²)</i>	<i>Velocidad de Transporte (fpm)</i>
<i>I</i>	212.92	0.96	219.79
<i>II</i>	507.85	0.96	524.23

Síntesis de resultados:

Al igual que el laboratorio anterior, no se cuenta con la velocidad requerida para extraer los contaminantes, además, las velocidades de transporte en el ducto son insuficientes para transportarlos. Esto justifica la proyección de un nuevo sistema de extracción local.

CAPITULO IV**4. DISEÑO****4.1 Normas Aplicadas**

Ministerio de Sanidad	Gaceta Oficial Extraordinaria 4044
COVENIN	Ventilación en lugares de Trabajo 2250-90
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers
AMCA	Air Moving and Conditioning Association
ANSI	American National Standards Institute
ACGIH	American Conference Governmental Industrial Hygienists

4.2 Criterios de Diseño

La ventilación forzada es utilizada cuando la ventilación natural es insuficiente para satisfacer los requerimientos respiratorios y diluir los contaminantes presentes en el ambiente.

Para determinar la velocidad de captura y transporte del contaminante se emplearon las normas COVENIN 2250-90 y la ACGIH, una vez conocidos estos parámetros se procedió a diseñar el sistema de extracción local, tomando en cuenta que dicho sistema debe ser capaz de captar, dirigir o conducir los contaminantes desde su origen de manera que en el lugar de trabajo no se sobrepasen las concentraciones ambientales máximas permitidas, establecidas en las normas COVENIN 2253. Los ventiladores fueron seleccionados con la capacidad de manejar el caudal de aire requerido para obtener la velocidad de captura del contaminante en su lugar de origen, para mantener la velocidad de transporte en el ducto y para vencer la resistencia debida al movimiento del aire en el ducto. Los ductos fueron diseñados utilizando el método de igual fricción.

Con respecto a los ventiladores su capacidad de operación deberá estar certificada según la ASHRAE. Los impelentes deberán estar estática y dinámicamente balanceados en fábrica a fin de operar en las capacidades especificadas sin ruido, no vibraciones objetables. Las cubiertas estarán fabricadas a partir de una lámina de acero, de espesor y con refuerzos adecuados que aseguren una rigidez a prueba de esfuerzos y vibraciones.

El comportamiento de los ventiladores deberá verificarse cumpliendo con la norma AMCA 201.

4.3 Cálculo de los parámetros de diseño

Las tablas que se se presentan a continuación contienen todos los parámetros necesarios que definen los sistemas de extracción proyectados, la información se dispone de forma tal que no necesite mayor explicación para su comprensión. No obstante, se deben hacer algunos señalamientos para los ítems que son fundamentales en el desarrollo de los cálculos planteados.

- ✓ La designación de los ductos en la fila (1) están referidos a los planos que se detallan en el ANEXO II.
- ✓ El tramo de ducto en el cual se determinó mayor pérdida de carga siempre parte desde la campana que ofrece mayor resistencia hasta llegar al ventilador, se debe contabilizar todos los accesorios y acoplamientos que se encuentren en dicha ruta crítica. Ésta pérdida total que debe ser superada por el ventilador se observa en la fila (35)
- ✓ La longitud de tubería recta señalada en la fila (21) solo corresponde a la sección de ductería que se encuentra dentro de la ruta establecida como crítica. De igual forma ocurre con la longitud equivalente de las ramas de entrada a la ductería señalada en la fila (28). En los planos de los diseños se señalan las demás longitudes de tramo recto.

UNIDAD DE SÍNTESIS DE MEDICAMENTOS

Tabla 4.1 Proyección del Sistema de Extracción 1 (LUSM)

1	Identificación del segmento de ducto				1-2	2-2'	F	3-4	4-4'	E	
2	Caudal	Q	Ecuac. 1	pcm	12586.5	1779		10807.5	1813.5		
3	Velocidad de transporte	Vt		fpm	1900			1800			
4	Factor de Fricción en la ductería	f		"H ₂ O/100 ft	0.12			0.12			
5	Área de ducto principal seleccionado	Ad		pulg ²	55 x 17			55 x 17			
6	Diámetro equiv. del ducto seleccionado	De		pulg	34			34			
7	Diámetro de entrada al ducto	D		pulg		10			10		
8	Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2	"H ₂ O	0.225			0.2019			
9	Factor de corrección de densidad	df		"H ₂ O	0.903			0.8989			
10	Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3	"H ₂ O	0.203			0.1814			
11	Pérdidas en la campana	Caudal	Q		pcm			1779		1813.5	
12		Velocidad de transporte en el ducto de entrada	Vt		fpm		3287.9			3351.7	
13		Factor de pérdida en la campana	F	Fig. 1				0.62		0.62	
14		Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2			0.6739			0.7	
15		Factor de corrección de densidad.	df	Tabla 1			0.903			0.8989	
16		Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3			0.6085			0.6292	
17		Presión Estática en la camp.	Pec ₁	Ecuac. 4	"H ₂ O			0.9857			1.019
18		Pérdida a la salida de la campana	He	Ecuac. 5	"H ₂ O			0.377			0.3898
19		Pérdida crítica	He _c		"H ₂ O	0.6					

1	5-6	6-6'	D	7-8	8-8'	C	9-10	10-10'	B	11-12	12-12'	A
2	8994	2248.5		6745.5	2248.5		4497	2248.5		2248.5	2248.5	
3	1750			1650			1500			1250		
4	0.12			0.12			0.12			0.12		
5	50 x 17			40 x 17			35 x 14			20 x 14		
6	31			28			24			18		
7		10			10			10			10	
8	0.1909			0.1697			0.1402			0.097		
9	0.8989			0.8989			0.8979			0.9003		
10	0.1716			0.1525			0.125			0.0876		
11			2248.5			2248.5			2248.5			2248.5
12		4155.7			4155.7			4155.7			4155.7	
13			0.62			0.62			0.62			0.62
14		1.076			1.076			1.076			1.076	
15		0.8989			0.8989			0.8979			0.9003	
16		0.9677			0.9677			0.9666			0.9692	
17			1.5676			1.5676			1.5658			1.57
18			0.599			0.599			0.599			0.6
19	0.6											

20	Identificación del segmento de ducto				2 - 3	4 - 5	6 - 7	8 - 9	10 - 11	12	
21	Pérdidas en la ductería	Longitud de tubería recta en el tramo de ducto principal	Long _{TR}		Ft	29.52					
22		Factor de fricción en la ductería	f		"H ₂ O/100 ft	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
23		Codos presentes (A 90°)	Total		-	-	-	-	-	-	-
24		Resistencia equivalente de los codos	Fig. 2			-	-	-	-	-	-
25		Longitud equivalente de tub. recta de los codos	Leq _C	22 x 23	ft	-	-	-	-	-	-
26		Entradas al ducto (A 30°)	Total		6	1	1	1	1	1	1
27		Resistencia equiv. de las entradas al ducto	Fig. 2		ft	9					
28		Longitud equiv.de las entradas	Leq _{E,D}	25 x 26	ft	54					
29		Pérdidas de fricción en el ducto	Sp _T	Ecuac. 6	"H ₂ O	0.1002					
30		Pérdidas en el filtro			"H ₂ O	1					
31		Factor de recuperación estática (para expansión)	R	Fig. 3		0	0.83	0.83	0.83	0.804	-
32		Caída de presión estática en las expansiones	ΔPi	Ecuac. 7	"H ₂ O	0	-0.0078	-0.0153	-0.022	-0.03	-
33	Caída de presión total en las expansiones	ΔP	Ecuac. 8	"H ₂ O	-0.0759						
34	Eficiencia estimada	η	0.55	Factor de densidad	Df	Tabla 1		0.8815			
35	Pérdidas totales	ΔPt	19+29+30	"H ₂ O	1.702	ΔPtc ("H ₂ O)	Ecuac. 9		1.93		
36	Potencia requerida por el ventilador	Pot	Ecuac. 10	Hp	6.95	Pot _c (Hp)	Ecuac. 11		6.13		

Tabla 4.2 Proyección Sistema de Extracción 2 (LUSM)

1	Identificación del segmento de ducto				1-2	2-2'	G	3-4	4-4'	H
2	Caudal	Q	Ecuac. 1	Pcm	3933	2248.5		1648.5	1648.5	
3	Velocidad de transporte	Vt		Fpm	1300			1050		
4	Factor de Fricción en la ductería	f		"H ₂ O/100 ft	0.09			0.09		
5	Área de ducto principal seleccionado	Ad		pulg ²	28 x 17			16 x 15		
6	Diámetro equiv. del ducto seleccionado	De		Pulg	24			17		
7	Diámetro de entrada al ducto	D		Pulg		10			10	
8	Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2	"H ₂ O	0.1053			0.0687		
9	Factor de corrección de densidad	df		"H ₂ O	0.902			0.902		
10	Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3	"H ₂ O	0.095			0.0619		
11	Pérdidas en la campana	Caudal	Q		Pcm		2248.5		1648.5	
12		Velocidad de transporte en el ducto de entrada	Vt		Fpm	4155.71		3113.23		
13		Factor de pérdida en la campana	F	Fig. 1			0.62		0.62	
14		Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2			1.076		0.604	
15		Factor de corrección de densidad.	df	Tabla 1			0.902		0.902	
16		Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3			0.9705		0.5448	
17		Presión Estática en la camp.	Pec ₁	Ecuac. 4	"H ₂ O			1.5741		0.8825
18		Pérdida a la salida de la campana	He	Ecuac. 5	"H ₂ O			0.60		0.33
19		Pérdida crítica	He _c		"H ₂ O			0.6		

20	Identificación del segmento de ducto				2-3		4			
21	Pérdidas en la ductería	Longitud de tubería recta en el de ducto principal	Long _{T,R}		Ft	24.77				
22		Factor de fricción en la ductería	f		"H ₂ O/100 ft	0.09		0.09		
23		Codos presentes (A 90°)	Total		-		-			
24		Resistencia equivalente de los codos		Fig. 2			-			
25		Longitud equivalente de tub. recta de los codos	Leq _C	22 x 23	Ft		-			
26		Entradas al ducto (A 30°)	Total		2		1			
27		Resistencia equiv. de las entradas al ducto		Fig. 2	Ft		9			
28		Longitud equiv.de las entradas	Leq _{E,D}	25 x 26	Ft		9			
29		Pérdidas de fricción en el ducto	Sp _T	Ecuac. 6	"H ₂ O		0.03			
30		Pérdidas en el filtro			"H ₂ O		1			
31		Factor de recuperación estática (para expansión)	R	Fig. 3			0.70			
32		Caída de presión expansión	ΔPi	Ecuac. 7	"H ₂ O		-0.0231			
33		Caída de presión total (expan)	ΔP	Ecuac. 8	"H ₂ O		-0.0231			
34		Eficiencia estimada	η	0.55		Factor de densidad	Df	Tabla 1	0.8815	
35		Pérdidas totales	ΔPt	19+29+30		"H ₂ O	1.63	ΔPtc ("H ₂ O)	Ecuac. 9	1.85
36		Potencia requerida por el ventilador	Pot	Ecuac. 10		Hp	2.08	Pot _c (Hp)	Ecuac. 11	1.84

LABORATORIO DE QUÍMICA GENERAL**Tabla 4.3** Proyección Sistema de Extracción 1 (LQG)

1	Identificación del segmento de ducto				1-2	2-2'	D	3-4	4-4'	C
2	Caudal	Q	Ecuac. 1	pcm	6578	1644.5		4933.5	1644.5	
3	Velocidad de transporte	Vt		fpm	1600			1450		
4	Factor de Fricción en la ductería	f		"H ₂ O/100 ft	0.11			0.11		
5	Área de ducto principal seleccionado	Ad		pulg ²	45 x 16			40 x 14		
6	Diámetro equiv. del ducto seleccionado	De		pulg	28			25		
7	Diámetro de entrada al ducto	D		pulg		9.39			9.39	
8	Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2	"H ₂ O	0.159			0.131		
9	Factor de corrección de densidad	df		"H ₂ O	0.8989			0.8989		
10	Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3	"H ₂ O	0.1429			0.1177		
11	Pérdidas en la campana	Caudal	Q	pcm		1644.5			1644.5	
12		Velocidad de transporte en el ducto de entrada	Vt	fpm	3441.55			3441.55		
13		Factor de pérdida en la campana	F	Fig. 1				0.62		0.62
14		Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2			0.7384			0.7384
15		Factor de corrección de densidad.	df	Tabla 1			0.8989			0.8989
16		Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3			0.6637			0.6637
17		Presión Estática en la camp.	Pec _l	Ecuac. 4	"H ₂ O			1.0752		1.0752
18		Pérdida a la salida de la campana	He	Ecuac. 5	"H ₂ O			0.4115		0.4115
19		Pérdida crítica	He _c		"H ₂ O	0.4115				

1	5 – 6	6 – 6'	B	7 – 8	8 – 8'	A
2	3289	1644.5		1644.5	1644.5	
3	1300			1100		
4	0.11			0.11		
5	35 x 12			19 x 12		
6	22			16		
7		9.39			9.39	
8	0.105			0.0754		
9	0.8989			0.9003		
10	0.0943			0.067		
11			1644.5			1644.5
12		3441.55			3441.55	
13			0.62			0.62
14		0.7384			0.7384	
15		0.8989			0.8989	
16		0.6637			0.6637	
17			1.0752			1.0752
18			0.4115			0.4115
19	0.4115					

20	Identificación del segmento de ducto				1 - 2	2 - 3	4 - 5	6 - 7	8	
21	Pérdidas en la ductería	Longitud de tubería recta en el tramo de ducto principal	Long _{T,R}	ft	22.86					
22		Factor de fricción en la ductería	f	"H ₂ O/100 ft	0.11					
23		Codos presentes (A 90°)	Total	1	1	-	-	-	-	
24		Resistencia equivalente de los codos	Fig. 2	ft	47.33					
25		Longitud equivalente de tub. recta de los codos	Leq _C	22 x 23	ft	47.33				
26		Entradas al ducto (A 30°)	Total	4	-	1	1	1	1	
27		Resistencia equiv. de las entradas al ducto	Fig. 2	ft	8.39					
28		Longitud equiv.de las entradas	Leq _{E,D}	25 x 26	ft	33.56				
29		Pérdidas de fricción en el ducto	Sp _T	Ecuac. 6	"H ₂ O	0.1141				
30		Pérdidas en el filtro			"H ₂ O	1				
31		Factor de recuperación estática (para expansión)	R	Fig. 3	-	0.83	0.83	0.804	0	
32		Caída de presión expansión	ΔPi	Ecuac. 7	"H ₂ O	-	-0.0209	-0.0194	-0.0219	0
33		Caída de presión total (expan)	ΔP	Ecuac. 8	"H ₂ O	-0.0622				
34		Eficiencia estimada	η	0.55	Factor de densidad	Df	Tabla 1	0.8815		
35	Pérdidas totales	ΔPt	19+29+30	"H ₂ O	1.5256	ΔPtc ("H ₂ O)	Ecuac. 9	1.7306		
36	Potencia requerida por el ventilador	Pot	Ecuac. 10	Hp	3.25	Pot _c (Hp)	Ecuac. 11	2.87		

Tabla 4.4 Proyección del Sistema de Extracción 2 (LQG)

1	Identificación del segmento de ducto				1-2	2-2'	E	3-4	4-4'	F
2	Caudal	Q	Ecuac. 1	pcm	6661.2	1665.3		4995.9	1665.3	
3	Velocidad de transporte	Vt		fpm	1600			1500		
4	Factor de Fricción en la ductería	f		"H ₂ O/100 ft	0.11			0.11		
5	Área de ducto principal seleccionado	Ad		pulg ²	45 x 16			34 x 16		
6	Diámetro equiv. del ducto seleccionado	De		pulg	28			25		
7	Diámetro de entrada al ducto	D		pulg		9.39			9.39	
8	Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2	"H ₂ O	0.159			0.1402		
9	Factor de corrección de densidad	df		"H ₂ O	0.8989			0.8989		
10	Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3	"H ₂ O	0.1434			0.1260		
11	Pérdidas en la campana	Caudal	Q	pcm			1665.3			1665.3
12		Velocidad de transporte en el ducto de entrada	Vt	fpm	3485.08			3485.08		
13		Factor de pérdida en la campana	F	Fig. 1				0.62		0.62
14		Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2			0.7572			0.7572
15		Factor de corrección de densidad.	df	Tabla 1			0.8989			0.8989
16		Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3			0.6806			0.6806
17		Presión Estática en la camp.	Pec ₁	Ecuac. 4	"H ₂ O			1.1026		1.1026
18		Pérdida a la salida de la campana	He	Ecuac. 5	"H ₂ O			0.422		0.422
19		Pérdida Crítica	He _c		"H ₂ O	0.422				

1	5 – 6	6 – 6'	G	7 – 8	8 – 8'	H
2	3330.6	1665.3		1665.3	1665.3	
3	1300			1100		
4	0.11			0.11		
5	30 x 13			17 x 13		
6	22			17		
7		9.39			9.39	
8	0.1053			0.0754		
9	0.8989			0.8989		
10	0.0946			0.0678		
11			1665.3			1665.3
12		3485.08			3485.08	
13			0.62			0.62
14		0.7572			0.7572	
15		0.8989			0.8989	
16		0.6806			0.6806	
17			1.1026			1.1026
18			0.422			0.422
19	0.422					

20	Identificación del segmento de ducto				1 - 2	2 - 3	4 - 5	6 - 7	8	
21	Pérdidas en la ductería	Longitud de tubería recta en el tramo de ducto principal	Long _{T,R}		Ft	24.01				
22		Factor de fricción en la ductería	f		"H ₂ O/100 ft	0.11				
23		Codos presentes (A 90°)	Total		1	1 rg =2De	-	-	-	-
24		Resistencia equivalente de los codos		Fig. 2	Ft	47.33				
25		Longitud equivalente de tub. recta de los codos	Leq _C	22 x 23	Ft	47.33				
26		Entradas al ducto (A 30°)	Total		4	-	1	1	1	1
27		Resistencia equiv. de las entradas al ducto		Fig. 2	Ft	8.39				
28		Longitud equiv.de las entradas	Leq _{E,D}	25 x 26	Ft	33.56				
29		Pérdidas de fricción en el ducto	Sp _T	Ecuac. 6	"H ₂ O	0.1153				
30		Pérdidas en el filtro			"H ₂ O	1				
31		Factor de recuperación estática (para expansión)	R	Fig. 3		-	0.83	0.83	0.804	0
32		Caída de presión expansión	ΔPi	Ecuac. 7	"H ₂ O	-	-0.0144	-0.026	-0.0216	0
33		Caída de presión total (expan)	ΔP	Ecuac. 8	"H ₂ O	-0.062				
34		Eficiencia estimada	η	0.55	Factor de densidad	Df	Tabla 1		0.8815	
35	Pérdidas totales	ΔPt	19+29+30	"H ₂ O	1.5373	ΔPtc ("H ₂ O)	Ecuac. 9		1.7439	
36	Potencia requerida por el ventilador	Pot	Ecuac. 10	Hp	3.32	Pot _c (Hp)	Ecuac. 11		2.93	

LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO CUANTITATIVO**Tabla 4.5** Proyección del Sistema de Extracción 1 (LAQC)

1	Identificación del segmento de ducto					1 - 2	2 - 2'	F	3 - 4	4 - 4'	E
2	Caudal		Q	Ecuac. 1	Pcm	5569.2	928.2		4641	928.2	
3	Velocidad de transporte		Vt		Fpm	1600			1550		
4	Factor de Fricción en la ductería		f		"H ₂ O/100 ft	0.13			0.13		
5	Área de ducto principal seleccionado		Ad		pulg ²	30 x 27			24 x 20		
6	Diámetro equiv. del ducto seleccionado		De		Pulg	25			24		
7	Diámetro de entrada al ducto		D		Pulg		7.8			7.8	
8	Presión de velocidad		Pv	Ecuac. 2	"H ₂ O	0.1596			0.1497		
9	Factor de corrección de densidad		df		"H ₂ O	0.903			0.903		
10	Presión de velocidad corregida		Pv _C	Ecuac. 3	"H ₂ O	0.1441			0.1351		
11	Pérdidas en la campana	Caudal	Q		Pcm			928.2			928.2
12		Velocidad de transporte en el ducto de entrada	Vt		Fpm		2797.2			2797.2	
13		Factor de pérdida en la campana	F	Fig. 1					0.62		0.62
14		Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2				0.4878			0.4878
15		Factor de corrección de densidad.	df	Tabla 1				0.903			0.903
16		Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3				0.4404			0.4404
17		Presión Estática en la camp.	Pec ₁	Ecuac. 4	"H ₂ O				0.7134		0.7134
18		Pérdida a la salida de la campana	He	Ecuac. 5	"H ₂ O				0.273		0.273
19		Pérdida crítica	He _c		"H ₂ O				0.273		

1	5 - 6	6 - 6'	D	7 - 8	8 - 8'	C	9 - 10	10 - 10'	B	11 - 12	12 - 12'	A
2	3712.8	928.2		2784.6	928.2		1856.4	928.2		928.2	928.2	
3	1450			1350			1250			1050		
4	0.13			0.13			0.13			0.13		
5	20 x 20			20 x 16			16 x 15			15 x 9		
6	22			19			17			13		
7		7.8			7.8			7.8			7.8	
8	0.131			0.1136			0.0974			0.0687		
9	0.8989			0.8989			0.8989			0.903		
10	0.1177			0.1021			0.087			0.062		
11			928.2			928.2			928.2			928.2
12		2797.2			2797.2			2797.2			2797.2	
13			0.62			0.62			0.62			0.62
14		0.4878			0.4878			0.4878			0.4878	
15		0.8989			0.8989			0.8989			0.903	
16		0.4384			0.4384			0.4384			0.4404	
17			0.7102			0.7102			0.7102			0.7134
18			0.271			0.271			0.271			0.273
19	0.273											

20	Identificación del segmento de ducto				2 - 3	4 - 5	6 - 7	8 - 9	10 - 11	12	
21	Pérdidas en la ductería	Longitud de tubería recta en el tramo de ducto principal	Long _{T,R}	ft	16.19						
22		Factor de fricción en la ductería	f	"H ₂ O/100 ft	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13		
23		Codos presentes (A 90°)	Total		-	-	-	-	-	-	
24		Resistencia equivalente de los codos		Fig. 2	ft	-	-	-	-	-	
25		Longitud equivalente de tub. recta de los codos	Leq _C	22 x 23	ft	-	-	-	-	-	
26		Entradas al ducto (A 30°)	Total		6	1	1	1	1	1	
27		Resistencia equiv. de las entradas al ducto	Re	Fig. 2	ft	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	
28		Longitud equiv.de las entradas	Leq _{E,D}	ΣRe	ft	40.8					
29		Pérdidas de fricción en el ducto	Sp _T	Ecuac. 6	"H ₂ O	0.0740					
30		Pérdidas en el filtro			"H ₂ O	1					
31		Factor de recuperación estática (para expansión)	R	Fig. 3		0.83	0.83	0.83	0.83	0.804	0
32		Caída de presión expansión	ΔPi	Ecuac. 7	"H ₂ O	-0.0074	-0.0144	-0.0129	-0.0125	-0.0201	0
33	Caída de presión total (expan)	ΔP	Ecuac. 8	"H ₂ O	-0.0673						
34	Eficiencia estimada	η	0.55	Factor de densidad	df	Tabla 1			0.8815		
35	Pérdidas totales	ΔPt	19+29+30	"H ₂ O	1.347	ΔPt _c ("H ₂ O)	Ecuac. 9		1.528		
36	Potencia requerida por el ventilador	Pot	Ecuac. 10	Hp	2.43	Pot _c (Hp)	Ecuac. 11		2.14		

LABORATORIO DE FARMACOGNOSIA

Tabla 4.6 Proyección del Sistema de Extracción 1 (LFS)

1	Identificación del segmento de ducto				1 – 2	2 – 2'	A	3 - 4	4 – 4'	B
2	Caudal	Q	Ecuac. 1	Pcm	4518.8	928.2		3590.6	928.2	
3	Velocidad de transporte	Vt		Fpm	1500			1400		
4	Factor de Fricción en la ductería	f		"H ₂ O/100 ft	0.12			0.12		
5	Área de ducto principal seleccionado	Ad		Pulg ²	25 X 19			20 X 19		
6	Diámetro equiv. del ducto seleccionado	De		Pulg	24			22		
7	Diámetro de entrada al ducto	D		Pulg		7.66			7.66	
8	Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2	"H ₂ O	0.1402			0.1221		
9	Factor de corrección de densidad	df		"H ₂ O	0.903			0.903		
10	Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3	"H ₂ O	0.1266			0.1102		
11	Pérdidas en la campana	Caudal	Q		Pcm			928.2		928.2
12		Velocidad de transporte en el ducto de entrada	Vt		Fpm		2885.3			2885.3
13		Factor de pérdida en la campana	F	Fig. 1				0.62		0.62
14		Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2			0.519			0.519
15		Factor de corrección de densidad.	df	Tabla 1			0.903			0.903
16		Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3			0.4686			0.4686
17		Presión Estática en la camp.	Pec _l	Ecuac. 4	"H ₂ O			0.7591		0.7591
18		Pérdida a la salida de la campana	He	Ecuac. 5	"H ₂ O			0.3105		0.3105
19		Pérdida Crítica	He _c		"H ₂ O	0.5973				

1	5 - 6	6 - 6'	C	7 - 8	8 - 8'	D
2	2662.4	1331.2		1331.2	1331.2	
3	1300			1100		
4	0.12			0.12		
5	19 X 16			16 X 12		
6	20			15		
7		7.66			7.66	
8	0.1053			0.0754		
9	0.903			0.903		
10	0.095			0.068		
11			1331.2			1331.2
12		4138.02			4138.02	
13			0.62			0.62
14		1.067			1.067	
15		0.903			0.903	
16		0.9635			0.9635	
17			1.5608			1.5608
18			0.5973			0.5973
19	0.5973					

20	Identificación del segmento de ducto				1 - 2	2 - 3	4 - 5	6 - 7	8	
21	Pérdidas en la ductería	Longitud de tubería recta en el tramo de ducto principal	Long _{T,R}	Ft	12.13					
22		Factor de fricción en la ductería	f	"H ₂ O/100 ft	0.12	0.12	0.12	0.12		
23		Codos presentes (A 90°)	Total	1	1 rg= 2 De	-	-	-	-	
24		Resistencia equivalente de los codos	Fig. 2	ft	40					
25		Longitud equivalente de tub. recta de los codos	Leq _C	22 x 23	ft	40				
26		Entradas al ducto (A 30°)	Total	4	-	1	1	1	1	
27		Resistencia equiv. de las entradas al ducto	Fig. 2	ft	6.66					
28		Longitud equiv.de las entradas	Leq _{E,D}	25 x 26	ft	26.64				
29		Pérdidas de fricción en el ducto	Sp _T	Ecuac. 6	"H ₂ O	0.0945				
30		Pérdidas en el filtro			"H ₂ O	1				
31		Factor de recuperación estática (para expansión)	R	Fig. 3		-	0.83	0.83	0.804	0
32		Caída de presión expansión	ΔPi	Ecuac. 7	"H ₂ O	-	-0.0136	-0.0126	-0.0217	0
33	Caída de presión total (expan)	ΔP	Ecuac. 8	"H ₂ O	-0.0479					
34	Eficiencia estimada	η	0.55	Factor de densidad	df	Tabla 1		0.8815		
35	Pérdidas totales	ΔPt	19+29+30	"H ₂ O	1.6913	ΔPtc ("H ₂ O)	Ecuac. 9		1.9186	
36	Potencia requerida por el ventilador	Pot	Ecuac. 10	Hp	2.48	Pot (Hp)	Ecuac. 11		2.18	

LABORATORIO DE NEUROPEPTIDOS

Tabla 4.7 Proyección del Sistema de Extracción 1 (LN)

1	Identificación del segmento de ducto				1 – 4	4– 4'	A	
2	Caudal	Q	Ecuac. 1	Pcm	1071	1071		
3	Velocidad de transporte	Vt		Fpm	1100			
4	Factor de Fricción en la ductería	f		"H ₂ O/100 ft	0.13			
5	Área de ducto principal seleccionado	Ad		pulg ²	13 x 12			
6	Diámetro equiv. del ducto seleccionado	De		Pulg	14			
7	Diámetro de entrada al ducto	D		Pulg		8		
8	Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2	"H ₂ O				
9	Factor de corrección de densidad	df		"H ₂ O				
10	Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3	"H ₂ O				
11	Pérdidas en la campana	Caudal	Q		Pcm		1071	
12		Velocidad de transporte en el ducto de entrada	Vt		Fpm		3037.73	
13		Factor de pérdida en la campana	F	Fig. 1				0.62
14		Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2			0.5752	
15		Factor de corrección de densidad.	df	Tabla 1			0.8989	
16		Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3			0.5170	
17		Presión Estática en la camp.	Pec ₁	Ecuac. 4	"H ₂ O			0.8376
18		Pérdida a la salida de la campana	He	Ecuac. 5	"H ₂ O			0.3206
19		Pérdida crítica	He _c		"H ₂ O			0.3206

20	Identificación del segmento de ducto						1-4			
21	Pérdidas en la ductería	Longitud de tubería recta en el tramo de ducto principal		Long _{T,R}	ft		18.27			
22		Factor de fricción en la ductería		f	"H ₂ O/100 ft		0.13			
23		Codos presentes (A 90°)		Total				-		
24		Resistencia equivalente de los codos		Fig. 2		ft		-		
25		Longitud equivalente de tub. recta de los codos		Leq _C	22 x 23		ft		19	
26		Entradas al ducto (A 30°)		Total		1		1		
27		Resistencia equiv. de las entradas al ducto		Fig. 2		ft		7		
28		Longitud equiv.de las entradas		Leq _{E,D}	25 x 26		ft		7	
29		Pérdidas de fricción en el ducto		Sp _T	Ecuac. 6		"H ₂ O		0.0328	
30		Pérdidas en el filtro				"H ₂ O		1		
31		Factor de recuperación estática (para expansión)		R	Fig. 3				0	
32		Caída de presión expansión		ΔPi	Ecuac. 7		"H ₂ O		0	
33		Caída de presión total (expan)		ΔP	Ecuac. 8		"H ₂ O		0	
34		Eficiencia estimada	η	0.55	Factor de densidad		df	Tabla 1	0.8815	
35	Pérdidas totales		ΔPt	19+29+30	"H ₂ O	1.3534	ΔPtc ("H ₂ O)	Ecuac. 9	1.5353	
36	Potencia requerida por el ventilador		Pot	Ecuac. 10	Hp	0.47	Pot (Hp)	Ecuac. 11	0.41	

LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES

Tabla 4.8 Proyección del Sistema de Extracción 1 (LPN)

1	Identificación del segmento de ducto				1 - 2	2 - 2'	B	3 - 4	4 - 4'	A
2	Caudal	Q	Ecuac. 1	pcm	1856.4	928.2		928.2	928.2	
3	Velocidad de transporte	Vt		fpm	1200			1000		
4	Factor de Fricción en la ductería	f		"H ₂ O/100 ft	0.13			0.13		
5	Área de ducto principal seleccionado	Ad		pulg ²	16 x 15			15 x 9		
6	Diámetro equiv. del ducto seleccionado	De		Pulg	17			13		
7	Diámetro de entrada al ducto	D		Pulg		7.66			7.66	
8	Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2	"H ₂ O	0.0897			0.0623		
9	Factor de corrección de densidad	df		"H ₂ O	0.903			0.903		
10	Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3	"H ₂ O	0.081			0.0562		
11	Pérdidas en la campana	Caudal	Q		pcm			928.2		928.2
12		Velocidad de transporte en el ducto de entrada	Vt		fpm		2885.3			2885.3
13		Factor de pérdida en la campana	F	Fig. 1				0.62		0.62
14		Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2			0.519			0.519
15		Factor de corrección de densidad.	df	Tabla 1			0.903			0.903
16		Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3			0.4686			0.4686
17		Presión Estática en la camp.	Pec ₁	Ecuac. 4	"H ₂ O			0.7591		0.7591
18		Pérdida a la salida de la campana	He	Ecuac. 5	"H ₂ O			0.2905		0.2905
19		Pérdida crítica	He _c		"H ₂ O	0.2905				

20	Identificación del segmento de ducto				2 – 3	4		
21	Pérdidas en la ductería	Longitud de tubería recta en el tramo de ducto principal	Long _{T,R}	ft	6.56			
22		Factor de fricción en la ductería	f	"H ₂ O/100 ft	0.12			
23		Codos presentes (A 90°)	Total		–	–		
24		Resistencia equivalente de los codos		Fig. 2	ft	–	–	
25		Longitud equivalente de tub. recta de los codos	Leq _C	22 x 23	ft	–	–	
26		Entradas al ducto (A 30°)	Total		2	1	1	
27		Resistencia equiv. de las entradas al ducto		Fig. 2	ft	6.66		
28		Longitud equiv.de las entradas	Leq _{E,D}	25 x 26	ft	13.32		
29		Pérdidas de fricción en el ducto	Sp _T	Ecuac. 6	"H ₂ O	0.0238		
30		Pérdidas en el filtro			"H ₂ O	1		
31		Factor de recuperación estática (para expansión)	R	Fig. 3		0.804	0	
32		Caída de presión expansión	ΔPi	Ecuac. 7	"H ₂ O	-0.0199	0	
33		Caída de presión total (expan)	ΔP	Ecuac. 8	"H ₂ O	-0.0199		
34		Eficiencia estimada	η	0.55	Factor de densidad	df	Tabla 1	0.8815
35	Pérdidas totales	ΔPt	19+29+30	"H ₂ O	1.3143	ΔPtc ("H ₂ O)	Ecuac. 9	1.4909
36	Potencia requerida por el ventilador	Pot	Ecuac. 10	Hp	0.79	Pot _c (Hp)	Ecuac. 11	0.69

Tabla 4.9 Proyección del Sistema de Extracción 2 (LPN)

1	Identificación del segmento de ducto				1 – 2	2 – 2'	C	
2	Caudal	Q	Ecuac. 1	Pcm	928.2	928.2		
3	Velocidad de transporte	Vt		Fpm	1000			
4	Factor de Fricción en la ductería	f		"H ₂ O/100 ft	0.12			
5	Área de ducto principal seleccionado	Ad		pulg ²	12 x 12			
6	Diámetro equiv. del ducto seleccionado	De		Pulg	13			
7	Diámetro de entrada al ducto	D		Pulg	7.66			
8	Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2	"H ₂ O	–			
9	Factor de corrección de densidad	df		"H ₂ O	–			
10	Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3	"H ₂ O	–			
11	Pérdidas en la campana	Caudal	Q		Pcm		928.2	
12		Velocidad de transporte en el ducto de entrada	Vt		Fpm		2885.3	
13		Factor de pérdida en la campana	F	Fig. 1				0.62
14		Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2			0.519	
15		Factor de corrección de densidad.	df	Tabla 1			0.919	
16		Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3			0.4769	
17		Presión Estática en la camp.	Pec ₁	Ecuac. 4	"H ₂ O			0.7725
18		Pérdida a la salida de la campana	He	Ecuac. 5	"H ₂ O			0.2956
19		Pérdida crítica	He _c		"H ₂ O		0.2956	

20	Identificación del segmento de ducto				1-2	2		
21	Pérdidas en la ductería	Longitud de tubería recta en el tramo de ducto principal	Long _{T,R}	ft	3.83			
22		Factor de fricción en la ductería	f	"H ₂ O/100 ft	0.12			
23		Codos presentes (A 90°)	Total	1	1	rg= 2De		
24		Resistencia equivalente de los codos		Fig. 2	ft	19	-	
25		Longitud equivalente de tub. recta de los codos	Leq _C	22 x 23	ft	19		
26		Entradas al ducto (A 30°)	Total	1	1	1	-	
27		Resistencia equiv. de las entradas al ducto		Fig. 2	ft	6.66		
28		Longitud equiv.de las entradas	Leq _{E,D}	25 x 26	ft	6.66		
29		Pérdidas de fricción en el ducto	Sp _T	Ecuac. 6	"H ₂ O	0.0353		
30		Pérdidas en el filtro			"H ₂ O	1		
31		Factor de recuperación estática (para expansión)	R	Fig. 3		0	0	
32		Caída de presión expansión	ΔPi	Ecuac. 7	"H ₂ O	0	0	
33		Caída de presión total (expan)	ΔP	Ecuac. 8	"H ₂ O	0		
34		Eficiencia estimada	η	0.55	Factor de densidad	df	Tabla 1	0.896
35	Pérdidas totales	ΔPt	19+29+30	"H ₂ O	1.3309	ΔPtc ("H ₂ O)	Ecuac. 9	1.4853
36	Potencia requerida por el ventilador	Pot	Ecuac. 10	Hp	0.39	Pot (Hp)	Ecuac. 11	0.35

LABORATORIO DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL

Tabla 4.10 Proyección Sistema de Extracción 1 (LAI)

1	Identificación del segmento de ducto				1 - 2	2 - 2'	C	
2	Caudal	Q	Ecuac. 1	pcm	2355.6	646		
3	Velocidad de transporte	Vt		fpm	1300			
4	Factor de Fricción en la ductería	f		"H ₂ O/100 ft	0.13			
5	Área de ducto principal seleccionado	Ad		pulg ²	18 x 16			
6	Diámetro equiv. del ducto seleccionado	De		Pulg	18			
7	Diámetro de entrada al ducto	D		Pulg		7.89		
8	Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2	"H ₂ O	0.105			
9	Factor de corrección de densidad	df		"H ₂ O	0.8989			
10	Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3	"H ₂ O	0.0946			
11	Pérdidas en la campana	Caudal	Q		pcm		646	
12		Velocidad de transporte en el ducto de entrada	Vt		fpm		1934.71	
13		Factor de pérdida en la campana	F	Fig. 1				0.62
14		Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2			0.2333	
15		Factor de corrección de densidad.	df	Tabla 1			0.8989	
16		Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3			0.2097	
17		Presión Estática en la camp.	Pec ₁	Ecuac. 4	"H ₂ O			0.3382
18		Pérdida a la salida de la campana	He	Ecuac. 5	"H ₂ O			0.1285
19		Pérdida crítica	He _c		"H ₂ O		0.2315	

1	3 - 4	4 - 4'	B	5 - 6	6 - 6'	A
2	1713.6	856.8		856.8	856.8	
3	1200			1000		
4	0.13			0.13		
5	16 x 14			14 x 9		
6	16			12		
7		7.89			7.89	
8	0.0897			0.0623		
9	0.8989			0.8989		
10	0.0806			0.056		
11			856.8			856.8
12		2582.03			2582.03	
13			0.62			0.62
14		0.4156			0.4156	
15		0.8989			0.8989	
16		0.3735			0.3735	
17			0.6050			0.6050
18			0.2315			0.2315
19	0.2315					

20	Identificación del segmento de ducto				1 - 2	2 - 3	4 - 5	6	
21	Pérdidas en la ductería	Longitud de tubería recta en el tramo de ducto principal	Long _{T,R}	ft	9.61				
22		Factor de fricción en la ductería	f	"H ₂ O/100 ft	0.13	0.13	0.13	-	
23		Codos presentes (A 90°)	Total	1	1	-	-	-	
24		Resistencia equivalente de los codos	Fig. 2	ft	28				
25		Longitud equivalente de tub. recta de los codos	Leq _C	22 x 23	ft	28			
26		Entradas al ducto (A 30°)	Total	3	-	1	1	1	
27		Resistencia equiv. de las entradas al ducto	Fig. 2	ft	6.89				
28		Longitud equiv.de las entradas	Leq _{E,D}	25 x 26	ft	20.67			
29		Pérdidas de fricción en el ducto	Sp _T	Ecuac. 6	"H ₂ O	0.075			
30		Pérdidas en el filtro			"H ₂ O	1			
31		Factor de recuperación estática (para expansión)	R	Fig. 3	-	0.83	0.804	0	
32		Caída de presión expansión	ΔPi	Ecuac. 7	"H ₂ O	-	-0.1162	-0.0197	0
33	Caída de presión total (expan)	ΔP	Ecuac. 8	"H ₂ O	-0.03132				
34	Eficiencia estimada	η	0.55	Factor de densidad	Df	Tabla 1	0.8815		
35	Pérdidas totales	ΔPt	19+29+30	"H ₂ O	1.3065	ΔPtc ("H ₂ O)	Ecuac. 9	1.4821	
36	Potencia requerida por el ventilador	Pot	Ecuac. 10	Hp	0.99	Pot (Hp)	Ecuac. 11	0.88	

Tabla 4.11 Proyección del Sistema de Extracción 2 (LAI)

1	Identificación del segmento de ducto				1 - 2	2 - 2'	C	
2	Caudal	Q	Ecuac. 1	pcm	2570.4	856.8		
3	Velocidad de transporte	Vt		fpm	1300			
4	Factor de Fricción en la ductería	f		"H ₂ O/100 ft	0.12			
5	Área de ducto principal seleccionado	Ad		pulg ²	18 x 17			
6	Diámetro equiv. del ducto seleccionado	De		Pulg	19			
7	Diámetro de entrada al ducto	D		Pulg		7.66		
8	Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2	"H ₂ O	0.105			
9	Factor de corrección de densidad	df		"H ₂ O	0.8989			
10	Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3	"H ₂ O	0.09438			
11	Pérdidas en la campana	Caudal	Q		pcm		856.8	
12		Velocidad de transporte en el ducto de entrada	Vt		fpm		2663.35	
13		Factor de pérdida en la campana	F	Fig. 1				0.62
14		Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2			0.4422	
15		Factor de corrección de densidad.	df	Tabla 1			0.8989	
16		Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3			0.3935	
17		Presión Estática en la camp.	Pec ₁	Ecuac. 4	"H ₂ O			0.6374
18		Pérdida a la salida de la campana	He	Ecuac. 5	"H ₂ O			0.2439
19		Pérdida crítica	He _c		"H ₂ O		0.2439	

1	3 - 4	4 - 4'	B	5 - 6	6 - 6'	A
2	1713.6	856.8		856.8	856.8	
3	1150		0	1000		
4	0.12			0.12		
5	17 x 13			13 x 10		
6	16			13		
7		7.66			7.66	
8	0.0897			0.0623		
9	0.8989			0.8989		
10	0.0806			0.056		
11			856.8			856.8
12		2663.35			2663.35	
13			0.62			0.62
14		0.4422			0.4422	
15		0.8989			0.8989	
16		0.3935			0.3935	
17			0.6374			0.6374
18			0.2439			0.2439
19	0.2439					

20	Identificación del segmento de ducto				1 - 2	2 - 3	4 - 5	6	
21	Pérdidas en la ductería	Longitud de tubería recta en el tramo de ducto principal	Long _{T,R}	ft	13.15				
22		Factor de fricción en la ductería	f	"H ₂ O/100 ft	0.12	0.12	0.12	-	
23		Codos presentes (A 90°)	Total		1	1	-	-	
24		Resistencia equivalente de los codos	Fig. 2		ft	30			
25		Longitud equivalente de tub. recta de los codos	Leq _C	22 x 23	ft	30			
26		Entradas al ducto (A 30°)	Total		3	-	1	1	1
27		Resistencia equiv. de las entradas al ducto	Fig. 2		ft	6.66			
28		Longitud equiv.de las entradas	Leq _{E,D}	25 x 26	ft	19.98			
29		Pérdidas de fricción en el ducto	Sp _T	Ecuac. 6	"H ₂ O	0.075			
30		Pérdidas en el filtro			"H ₂ O	1			
31		Factor de recuperación estática (para expansión)	R	Fig. 3		-	0.83	0.83	0
32		Caída de presión expansión	ΔPi	Ecuac. 7	"H ₂ O	-	-0.01143	-0.0204	0
33		Caída de presión total (expan)	ΔP	Ecuac. 8	"H ₂ O	-0.03183			
34		Eficiencia estimada	η	0.55	Factor de densidad	df	Tabla 1		0.8815
35	Pérdidas totales	ΔPt	19+29+30	"H ₂ O	1.3189	ΔPtc ("H ₂ O)	Ecuac. 9	1.4961	
36	Potencia requerida por el ventilador	Pot	Ecuac. 10	Hp	1.10	Pot (Hp)	Ecuac. 11	0.97	

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

Tabla 4.12 Proyección del Sistema de Extracción 1 (LCC)

1	Identificación del segmento de ducto				1 - 2	2 - 2'	C	
2	Caudal	Q	Ecuac. 1	pcm	4150.5	1477.5		
3	Velocidad de transporte	Vt		fpm	1500			
4	Factor de Fricción en la ductería	f		"H ₂ O/100 ft	0.13			
5	Área de ducto principal seleccionado	Ad		pulg ²	24 x 18			
6	Diámetro equiv. del ducto seleccionado	De		Pulg	23			
7	Diámetro de entrada al ducto	D		Pulg		9.9		
8	Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2	"H ₂ O	0.14			
9	Factor de corrección de densidad	df		"H ₂ O	0.903			
10	Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3	"H ₂ O	0.1264			
11	Pérdidas en la campana	Caudal	Q	pcm			1477.5	
12		Velocidad de transporte en el ducto de entrada	Vt	fpm		2797.74		
13		Factor de pérdida en la campana	F	Fig. 1			0.62	
14		Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2			0.4879	
15		Factor de corrección de densidad.	df	Tabla 1			0.903	
16		Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3			0.4405	
17		Presión Estática en la camp.	Pec ₁	Ecuac. 4	"H ₂ O			0.7136
18		Pérdida a la salida de la campana	He	Ecuac. 5	"H ₂ O			0.2731
19		Pérdida crítica	He _c		"H ₂ O		0.2731	

1	3 - 4	4 - 4'	B	5 - 6	6 - 6'	A
2	2673	1477.5		1195.5	1195.5	
3	1350			1100		
4	0.13			0.13		
5	18 x 17			15 x 11		
6	19			14		
7		9.9			9.9	
8	0.113			0.0754		
9	0.9036			0.9019		
10	0.1021			0.068		
11			1477.5			1195.5
12		2797.74			2263.76	
13			0.62			0.62
14		0.4879			0.3194	
15		0.9036			0.9019	
16		0.4405			0.28	
17			0.7136			0.4536
18			0.2731			0.1736
19	0.2731					

20	Identificación del segmento de ducto				2 - 3	4 - 5	6	
21	Pérdidas en la ductería	Longitud de tubería recta en el tramo de ducto principal	Long _{T,R}		Ft	7.52		
22		Factor de fricción en la ductería	f		"H ₂ O/100 ft	0.13	0.13	
23		Codos presentes (A 90°)	Total			-	-	-
24		Resistencia equivalente de los codos		Fig. 2	Ft	-	-	-
25		Longitud equivalente de tub. recta de los codos	Leq _C	22 x 23	Ft	-	-	-
26		Entradas al ducto (A 30°)	Total		3	1	1	1
27		Resistencia equiv. de las entradas al ducto		Fig. 2	Ft	8.9		
28		Longitud equiv.de las entradas	Leq _{E,D}	25 x 26	Ft	17.8		
29		Pérdidas de fricción en el ducto	Sp _T	Ecuac. 6	"H ₂ O	0.0329		
30		Pérdidas en el filtro			"H ₂ O	1		
31		Factor de recuperación estática (para expansión)	R	Fig. 3		0.83	0.804	0
32		Caída de presión expansión	ΔPi	Ecuac. 7	"H ₂ O	-0.0201	-0.0201	0
33		Caída de presión total (expan)	ΔP	Ecuac. 8	"H ₂ O	-0.0471		
34		Eficiencia estimada	η	0.55	Factor de densidad	df	Tabla 1	0.8815
35	Pérdidas totales	ΔPt	19+29+30	"H ₂ O	1.3060	ΔPtc ("H ₂ O)	Ecuac. 9	1.48
36	Potencia requerida por el ventilador	Pot	Ecuac. 10	Hp	1.76	Pot _c (Hp)	Ecuac. 11	1.55

LABORATORIO DE QUÍMICA ORGÁNICA**Tabla 4.13** Proyección del Sistema de Extracción 1 (LQO)

1	Identificación del segmento de ducto				1 - 2	2 - 2'	D	3 - 4	4 - 4'	A	
2	Caudal	Q	Ecuac. 1	pcm	7273.5	1897.5		5376	1581		
3	Velocidad de transporte	Vt		fpm	1600			1450			
4	Factor de Fricción en la ductería	f		"H ₂ O/100 ft	0.11			0.11			
5	Área de ducto principal seleccionado	Ad		pulg ²	32 x 22			32 x 22			
6	Diámetro equiv. del ducto seleccionado	De		Pulg	29			29			
7	Diámetro de entrada al ducto	D		Pulg		9.39			9.39		
8	Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2	"H ₂ O	-			0.1307			
9	Factor de corrección de densidad	df		"H ₂ O	-			0.903			
10	Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3	"H ₂ O	-			0.118			
11	Pérdidas en la campana	Caudal	Q		pcm		1897.5			1581	
12		Velocidad de transporte en el ducto de entrada	Vt		fpm		3971.02			3308.66	
13		Factor de pérdida en la campana	F	Fig. 1				0.62		0.62	
14		Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2			0.9831			0.6824	
15		Factor de corrección de densidad.	df	Tabla 1			0.903			0.903	
16		Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3			0.8877			0.6162	
17		Presión Estática en la camp.	Pec ₁	Ecuac. 4	"H ₂ O			1.43			0.9982
18		Pérdida a la salida de la campana	He	Ecuac. 5	"H ₂ O			0.5423			0.382
19		Pérdida crítica	He _c		"H ₂ O	0.5503					

1	5 - 6	6 - 6'	B	7 - 8	8 - 8'	C
2	3795	1897.5		1897.5	1897.5	
3	1350			1150		
4	0.11			0.11		
5	30 x 20			25 x 17		
6	26			23		
7		9.39			9.39	
8	0.1136			0.1136		
9	0.903			0.903		
10	0.1025			0.0744		
11			1897.5			1897.5
12		3971.02			3971.02	
13			0.62			0.62
14		0.9831			0.9831	
15		0.903			0.903	
16		0.8877			0.8877	
17			1.438			1.438
18			0.5503			0.5503
19	0.5503					

20	Identificación del segmento de ducto				2 - 3	3 - 4	4 - 5	6 - 7	8	
21	Pérdidas en la ductería	Longitud de tubería recta en el tramo de ducto principal	Long _{T,R}		ft	45.11				
22		Factor de fricción en la ductería	f		"H ₂ O/100 ft	0.11	0.11	0.11	0.11	
23		Codos presentes (A 90°)	Total		1	-	1	-	-	
24		Resistencia equivalente de los codos		Fig. 2	ft	49.16				
25		Longitud equivalente de tub. recta de los codos	Leq _C	22 x 23	ft	49.16				
26		Entradas al ducto (A 30°)	Total		4	1	-	1	1	
27		Resistencia equiv. de las entradas al ducto		Fig. 2	ft	8.39				
28		Longitud equiv.de las entradas	Leq _{E,D}	25 x 26	ft	33.56				
29		Pérdidas de fricción en el ducto	Sp _T	Ecuac. 6	"H ₂ O	0.1406				
30		Pérdidas en el filtro			"H ₂ O	1				
31		Factor de recuperación estática (para expansión)	R	Fig. 3		0	-	0.83	0.804	0
32		Caída de presión expansión	ΔPi	Ecuac. 7	"H ₂ O	0	-	-0.0128	-0.0225	0
33		Caída de presión total (expan)	ΔP	Ecuac. 8	"H ₂ O	-0.0353				
34		Eficiencia estimada	η	0.55	Factor de densidad	df	Tabla 1		0.8815	
35		Pérdidas totales	ΔPt	19+29+30	"H ₂ O	1.6909	ΔPtc ("H ₂ O)	Ecuac. 9		1.9182
36		Potencia requerida por el ventilador	Pot	Ecuac. 10	Hp	3.99	Pot (Hp)	Ecuac. 11		3.52

LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA**Tabla 4.14** Proyección del Sistema de Extracción 1 (LBR)

1	Identificación del segmento de ducto				1 - 2	2 - 2'	F	3 - 4	4 - 4'	E	
2	Caudal	Q	Ecuac. 1	pcm	6279	1153.5		5125.5	1071		
3	Velocidad de transporte	Vt		fpm	1600			1500			
4	Factor de Fricción en la ductería	f		"H ₂ O/100 ft	0.12			0.12			
5	Área de ducto principal seleccionado	Ad		pulg ²	40 x 16			40 x 14			
6	Diámetro equiv. del ducto seleccionado	De		Pulg	27			25			
7	Diámetro de entrada al ducto	D		Pulg		9.39			9.39		
8	Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2	"H ₂ O	0.1596			0.1402			
9	Factor de corrección de densidad	df		"H ₂ O	0.8989			0.8989			
10	Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3	"H ₂ O	0.1434			0.126			
11	Pérdidas en la campana	Caudal	Q	pcm			1153.5			1071	
12		Velocidad de transporte en el ducto de entrada	Vt	fpm		2414			2241.35		
13		Factor de pérdida en la campana	F	Fig. 1			0.62			0.62	
14		Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2			0.3633			0.3131	
15		Factor de corrección de densidad.	df	Tabla 1			0.8989			0.8989	
16		Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3			0.3265			0.2814	
17		Presión Estática en la camp.	Pec ₁	Ecuac. 4	"H ₂ O			0.5184			0.4558
18		Pérdida a la salida de la campana	He	Ecuac. 5	"H ₂ O			0.1919			0.1744
19		Pérdida crítica	He _c		"H ₂ O	0.3404					

1	5 - 6	6 - 6'	D	7 - 8	8 - 8'	C	9 - 10	10 - 10'	B	11 - 12	12 - 12'	A
2	4054.5	841.5		3213	1071		2142	1071		1071	1071	
3	1400			1350			1200			1050		
4	0.12			0.12			0.12			0.12		
5	35 x 13			31 x 13			20 x 13			16 x 10		
6	23			21			18			14		
7		8			8			8			8	
8	0.122			0.1136			0.0897			0.0687		
9	0.8989			0.8989			0.8989			0.8989		
10	0.1096			0.1021			0.0806			0.0617		
11			841.5			1071			1071			1071
12		2459.66			3130.48			3130.48			3130.48	
13			0.62			0.62			0.62			0.62
14		0.3771			0.6109			0.6109			0.6109	
15		0.8989			0.8989			0.8989			0.8989	
16		0.3389			0.5491			0.5491			0.5491	
17			0.5490			0.8895			0.8895			0.8895
18			0.2101			0.3404			0.3404			0.3404
19	0.3404											

20	Identificación del segmento de ducto				2 - 3	4 - 5	6 - 7	8 - 9	10 - 11	12	
21	Pérdidas en la ductería	Longitud de tubería recta en el tramo de ducto principal	Long _{T,R}	ft	29.29						
22		Factor de fricción en la ductería	f	"H ₂ O/100 ft	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12		
23		Codos presentes (A 90°)	Total			-	-	-	-	-	-
24		Resistencia equivalente de los codos		Fig. 2	ft	-	-	-	-	-	-
25		Longitud equivalente de tub. recta de los codos	Leq _C	22 x 23	ft	-	-	-	-	-	-
26		Entradas al ducto (A 30°)	Total		6	1	1	1	1	1	1
27		Resistencia equiv. de las entradas al ducto	Re	Fig. 2	ft	8.39	8.39	7	7	7	7
28		Longitud equiv.de las entradas	Leq _{E,D}	ΣRe	ft	44.73					
29		Pérdidas de fricción en el ducto	Sp _T	Ecuac. 6	"H ₂ O	0.088					
30		Pérdidas en el filtro			"H ₂ O	1					
31		Factor de recuperación estática (para expansión)	R	Fig. 3		0.83	0.83	0.83	0.83	0.804	0
32		Caída de presión expansión	ΔPi	Ecuac. 7	"H ₂ O	-0.014	-0.0136	-0.0062	-0.0176	-0.0152	0
33		Caída de presión total (expan)	ΔP	Ecuac. 8	"H ₂ O	-0.0671					
34		Eficiencia estimada	η	0.55	Factor de densidad	df	Tabla 1			0.8844	
35	Pérdidas totales	ΔPt	19+29+30	"H ₂ O	1.9104	ΔPtc ("H ₂ O)		Ecuac. 9		2.16	
36	Potencia requerida por el ventilador	Pot	Ecuac. 10	Hp	3.88	Pot _c (Hp)		Ecuac. 11		3.43	

Tabla 4.15 Proyección Sistema de Extracción 2 (LBR)

1	Identificación del segmento de ducto				1 - 2	2 - 2'	I	3 - 4	4 - 4'	H	
2	Caudal	Q	Ecuac. 1	pcm	4147.5	1071		3076.5	1071		
3	Velocidad de transporte	Vt		fpm	1500			1400			
4	Factor de Fricción en la ductería	f		"H ₂ O/100 ft	0.13			0.13			
5	Área de ducto principal seleccionado	Ad		pulg ²	22 x 20			20 x 17			
6	Diámetro equiv. del ducto seleccionado	De		Pulg	23			20			
7	Diámetro de entrada al ducto	D		Pulg		8.16			8.16		
8	Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2	"H ₂ O	0.1402			0.1221			
9	Factor de corrección de densidad	df		"H ₂ O	0.902			0.903			
10	Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3	"H ₂ O	0.1264			0.1102			
11	Pérdidas en la campana	Caudal	Q		pcm		1071			1071	
12		Velocidad de transporte en el ducto de entrada	Vt		fpm		2949.04			2949.04	
13		Factor de pérdida en la campana	F	Fig. 1				0.62		0.62	
14		Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2			0.5421			0.5421	
15		Factor de corrección de densidad.	df	Tabla 1			0.902			0.903	
16		Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3			0.4889			0.4895	
17		Presión Estática en la camp.	Pec ₁	Ecuac. 4	"H ₂ O			0.792			0.7929
18		Pérdida a la salida de la campana	He	Ecuac. 5	"H ₂ O			0.3031			0.3034
19		Pérdida crítica	He _c		"H ₂ O	0.302					

1	5 - 6	6 - 6'	G	7 - 8	8 - 8'	J
2	2005.5	1071		934.5	934.5	
3	1250			1050		
4	0.13			0.13		
5	17 x 15			15 x 9		
6	17			13		
7		8.16			8.16	
8	0.0974			0.0687		
9	0.8989			0.902		
10	0.0875			0.0619		
11			1071			934.5
12		2949.04			2573.18	
13			0.62			0.62
14		0.5421			0.4127	
15		0.8989			0.902	
16		0.4872			0.3722	
17			0.7892			0.6023
18			0.302			0.2301
19	0.302					

20	Identificación del segmento de ducto				1 - 2	2 - 3	4 - 5	6 - 7	8	
21	Pérdidas en la ductería	Longitud de tubería recta en el tramo de ducto principal	Long _{T,R}	ft	10.33					
22		Factor de fricción en la ductería	f	"H ₂ O/100 ft	0.13	0.13	0.13	0.13		
23		Codos presentes (A 90°)	Total		1	1	-	-	-	
24		Resistencia equivalente de los codos		Fig. 2	ft	38				
25		Longitud equivalente de tub. recta de los codos	Leq _C	22 x 23	ft	38				
26		Entradas al ducto (A 30°)	Total		4	-	1	1	1	1
27		Resistencia equiv. de las entradas al ducto		Fig. 2	ft	7.16				
28		Longitud equiv.de las entradas	Leq _{E,D}	25 x 26	ft	21.48				
29		Pérdidas de fricción en el ducto	Sp _T	Ecuac. 6	"H ₂ O	0.09				
30		Pérdidas en el filtro			"H ₂ O	1				
31		Factor de recuperación estática (para expansión)	R	Fig. 3		-	0.83	0.83	0.804	0
32		Caída de presión expansión	ΔPi	Ecuac. 7	"H ₂ O	-	-0.0119	-0.0188	-0.0205	0
33		Caída de presión total (expan)	ΔP	Ecuac. 8	"H ₂ O	-0.0512				
34		Eficiencia estimada	η	0.55	Factor de densidad	df	Tabla 1		0.8815	
35	Pérdidas totales	ΔPt	19+29+30	"H ₂ O	1.392	ΔPtc ("H ₂ O)	Ecuac. 9		1.57	
36	Potencia requerida por el ventilador	Pot	Ecuac. 10	Hp	1.86	Pot _c (Hp)	Ecuac. 11		1.64	

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE MEDICAMENTOS

Tabla 4.16 Proyección del Sistema de Extracción 1 (LAM)

1	Identificación del segmento de ducto				1 - 2	2 - 2'	A	3 - 4	4 - 4'	B
2	Caudal	Q	Ecuac. 1	pcm	4518.8	928.2		3590.6	928.2	
3	Velocidad de transporte	Vt		fpm	1500			1400		
4	Factor de Fricción en la ductería	f		"H ₂ O/100 ft	0.12			0.12		
5	Área de ducto principal seleccionado	Ad		pulg ²	25 X 19			20 X 19		
6	Diámetro equiv. del ducto seleccionado	De		Pulg	24			22		
7	Diámetro de entrada al ducto	D		Pulg		7.66			7.66	
8	Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2	"H ₂ O	0.1402			0.1221		
9	Factor de corrección de densidad	df		"H ₂ O	0.903			0.903		
10	Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3	"H ₂ O	0.1266			0.1102		
11	Pérdidas en la campana	Caudal	Q		pcm		928.2			928.2
12		Velocidad de transporte en el ducto de entrada	Vt		fpm		2885.3			2885.3
13		Factor de pérdida en la campana	F	Fig. 1				0.62		0.62
14		Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2			0.519			0.519
15		Factor de corrección de densidad.	df	Tabla 1			0.903			0.903
16		Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3			0.4686			0.4686
17		Presión Estática en la camp.	Pec ₁	Ecuac. 4	"H ₂ O			0.7591		0.7591
18		Pérdida a la salida de la campana	He	Ecuac. 5	"H ₂ O			0.2905		0.2905
19		Pérdida crítica	He _c		"H ₂ O	0.5973				

1	5 - 6	6 - 6'	C	7 - 8	8 - 8'	D
2	2662.4	1331.2		1331.2	1331.2	
3	1300			1100		
4	0.12			0.12		
5	19 X 16			16 X 12		
6	20			15		
7		7.66			7.66	
8	0.1053			0.0754		
9	0.903			0.903		
10	0.095			0.068		
11			1331.2			1331.2
12		4138.02			4138.02	
13			0.62			0.62
14		1.067			1.067	
15		0.903			0.903	
16		0.9635			0.9635	
17			1.5608			1.5608
18			0.5973			0.5973
19	0.5973					

20	Identificación del segmento de ducto				2 - 3	4 - 5	6 - 7	8	
21	Pérdidas en la ductería	Longitud de tubería recta en el tramo de ducto principal	Long _{T,R}	ft	18.91				
22		Factor de fricción en la ductería	f	"H ₂ O/100 ft	0.12	0.12	0.12	-	
23		Codos presentes (A 90°)	Total	-	-	-	-	-	
24		Resistencia equivalente de los codos	Fig. 2	ft	-	-	-	-	
25		Longitud equivalente de tub. recta de los codos	Leq _C	22 x 23	ft	-	-	-	
26		Entradas al ducto (A 30°)	Total	4	1	1	1	1	
27		Resistencia equiv. de las entradas al ducto	Fig. 2	ft	8.39				
28		Longitud equiv.de las entradas	Leq _{E,D}	25 x 26	ft	33.56			
29		Pérdidas de fricción en el ducto	Sp _T	Ecuac. 6	"H ₂ O	0.1133			
30		Pérdidas en el filtro			"H ₂ O	1			
31		Factor de recuperación estática (para expansión)	R	Fig. 3	0.83	0.83	0.804	0	
32		Caída de presión expansión	ΔPi	Ecuac. 7	"H ₂ O	-0.0151	-0.0141	-0.0299	0
33		Caída de presión total (expan)	ΔP	Ecuac. 8	"H ₂ O	-0.0591			
34		Eficiencia estimada	η	0.55	Factor de densidad	df	Tabla 1	0.8728	
35	Pérdidas totales	ΔPt	19+29+30	"H ₂ O	1.7106	ΔPtc ("H ₂ O)	Ecuac. 9	1.9598	
36	Potencia requerida por el ventilador	Pot	Ecuac. 10	Hp	2.53	Pot (Hp)	Ecuac. 11	2.21	

LABORATORIO DE QUÍMICA MEDICINAL**Tabla 4.17** Proyección del Sistema de Extracción 1 (LQM)

1	Identificación del segmento de ducto				1 - 2	2 - 2'	A	3 - 4	4 - 4'	B	
2	Caudal	Q	Ecuac. 1	pcm	6097	1292.2		4804.8	1292.2		
3	Velocidad de transporte	Vt		fpm	1600			1500			
4	Factor de Fricción en la ductería	f		"H ₂ O/100 ft	0.12			0.12			
5	Área de ducto principal seleccionado	Ad		pulg ²	43 x 15			35 x 15			
6	Diámetro equiv. del ducto seleccionado	De		Pulg	27			24			
7	Diámetro de entrada al ducto	D		Pulg		9			9		
8	Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2	"H ₂ O	0.1596			0.1402			
9	Factor de corrección de densidad	df		"H ₂ O	0.8989			0.8989			
10	Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3	"H ₂ O	0.1434			0.126			
11	Pérdidas en la campana	Caudal	Q		pcm		1292.2			1292.2	
12		Velocidad de transporte en el ducto de entrada	Vt		fpm		2924.94			2924.94	
13		Factor de pérdida en la campana	F	Fig. 1				0.62		0.62	
14		Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2			0.5333			0.5333	
15		Factor de corrección de densidad.	df	Tabla 1			0.8989			0.8989	
16		Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3			0.4794			0.4794	
17		Presión Estática en la camp.	Pec ₁	Ecuac. 4	"H ₂ O			0.7766			0.7766
18		Pérdida a la salida de la campana	He	Ecuac. 5	"H ₂ O			0.2972			0.2972
19		Pérdida crítica	He _c		"H ₂ O	0.2985					

1	5 - 6	6 - 6'	C	7 - 8	8 - 8'	D	9 - 10	10 - 10'	E
2	3512.6	1292.2		2220.4	1292.2		928.2	928.2	
3	1450			1300			1100		
4	0.12			0.12			0.12		
5	35 x 12			23 x 12			16 x 9		
6	22			18			13		
7		9			9			9	
8	0.131			0.1053			0.0754		
9	0.8989			0.903			0.903		
10	0.1177			0.095			0.0681		
11			1292.2			1292.2			928.2
12		2294.94			2924.94			2101.01	
13			0.62			0.62			0.62
14		0.5333			0.5333			0.275	
15		0.8989			0.903			0.903	
16		0.4794			0.4816			0.2485	
17			0.7759			0.7801			0.4025
18			0.2965			0.2985			0.154
19	0.2985								

20	Identificación del segmento de ducto				2 - 3	4 - 5	6 - 7	8 - 9	10	
21	Pérdidas en la ductería	Longitud de tubería recta en el tramo de ducto principal	Long _{T,R}	ft	17.11					
22		Factor de fricción en la ductería	f	"H ₂ O/100 ft	0.12	0.12	0.12	0.12		
23		Codos presentes (A 90°)	Total	-	-	-	-	-	-	
24		Resistencia equivalente de los codos		Fig. 2	ft	-				
25		Longitud equivalente de tub. recta de los codos	Leq _C	22 x 23	ft	-				
26		Entradas al ducto (A 30°)	Total	5		1	1	1	1	1
27		Resistencia equiv. de las entradas al ducto		Fig. 2	ft	8				
28		Longitud equiv.de las entradas	Leq _{E,D}	25 x 26	ft	32				
29		Pérdidas de fricción en el ducto	Sp _T	Ecuac. 6	"H ₂ O	0.0589				
30		Pérdidas en el filtro			"H ₂ O	1				
31		Factor de recuperación estática (para expansión)	R	Fig. 3		0.83	0.83	0.83	0.83	0
32		Caída de presión expansión	ΔPi	Ecuac. 7	"H ₂ O	-0.0144	-0.0068	-0.0188	-0.0223	0
33	Caída de presión total (expan)	ΔP	Ecuac. 8	"H ₂ O	-0.06238					
34	Eficiencia estimada	η	0.55	Factor de densidad	df	Tabla 1		0.8815		
35	Pérdidas totales	ΔPt	19+29+30	"H ₂ O	1.3574	ΔPtc ("H ₂ O)	Ecuac. 9		1.5399	
36	Potencia requerida por el ventilador	Pot	Ecuac. 10	Hp	2.68	Pot (Hp)	Ecuac. 11		2.36	

LABORATORIO DE BIOQUÍMICA

Tabla 4.18 Proyección del Sistema de Extracción 1 (LBQ)

1	Identificación del segmento de ducto				1 – 2	2– 2'	A
2	Caudal	Q	Ecuac. 1	pcm	739.7	739.7	
3	Velocidad de transporte	Vt		fpm	1300		
4	Factor de Fricción en la ductería	f		"H ₂ O/100 ft	0.13		
5	Área de ducto principal seleccionado	Ad		pulg ²	13 x 9		
6	Diámetro equiv. del ducto seleccionado	De		Pulg	12		
7	Diámetro de entrada al ducto	D		Pulg		7.8	
8	Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2	"H ₂ O	–		
9	Factor de corrección de densidad	df		"H ₂ O	–		
10	Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3	"H ₂ O	–		
11	Pérdidas en la campana	Caudal	Q	pcm			739.7
12		Velocidad de transporte en el ducto de entrada	Vt	fpm		2229.14	
13		Factor de pérdida en la campana	F	Fig. 1			0.62
14		Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2			0.309
15		Factor de corrección de densidad.	df	Tabla 1			0.903
16		Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3			0.2790
17		Presión Estática en la camp.	Pec ₁	Ecuac. 4	"H ₂ O		0.4519
18		Pérdida a la salida de la campana	He	Ecuac. 5	"H ₂ O		0.1729
19		Pérdida crítica	He _c		"H ₂ O		0.1729

20	Identificación del segmento de ducto						2	
21	Pérdidas en la ductería	Longitud de tubería recta en el tramo de ducto principal	Long _{T,R}		ft	18.02		
22		Factor de fricción en la ductería	F		"H ₂ O/100 ft	0.13		
23		Codos presentes (A 90°)	Total			-		
24		Resistencia equivalente de los codos		Fig. 2	ft	-		
25		Longitud equivalente de tub. recta de los codos	Leq _C	22 x 23	ft	-		
26		Entradas al ducto (A 30°)	Total		1	1		
27		Resistencia equiv. de las entradas al ducto		Fig. 2	ft	6.8		
28		Longitud equiv.de las entradas	Leq _{E,D}	25 x 26	ft	6.8		
29		Pérdidas de fricción en el ducto	S _{P,T}	Ecuac. 6	"H ₂ O	0.054		
30		Pérdidas en el filtro			"H ₂ O	1		
31		Factor de recuperación estática (para expansión)	R	Fig. 3		0		
32		Caída de presión expansión	ΔPi	Ecuac. 7	"H ₂ O	0		
33		Caída de presión total (expan)	ΔP	Ecuac. 8	"H ₂ O	0		
34		Eficiencia estimada	η	0.55	Factor de densidad	df	Tabla 1	0.8815
35	Pérdidas totales	ΔPt	19+29+30	"H ₂ O	1.2269	ΔPtc ("H ₂ O)	Ecuac. 9	1.3918
36	Potencia requerida por el ventilador	Pot	Ecuac. 10	Hp	0.29	Pot (Hp)	Ecuac. 11	0.25

Tabla 4.19 Proyección del Sistema de Extracción 2 (LBQ)

1	Identificación del segmento de ducto				1 – 2	2– 2'	A	
2	Caudal		Q	Ecuac. 1	pcm	928.2	928.2	
3	Velocidad de transporte		Vt		fpm	1000		
4	Factor de Fricción en la ductería		f		"H ₂ O/100 ft	0.11		
5	Área de ducto principal seleccionado		Ad		pulg ²	12 x 12		
6	Diámetro equiv. del ducto seleccionado		De		Pulg	14		
7	Diámetro de entrada al ducto		D		Pulg		7.8	
8	Presión de velocidad		Pv	Ecuac. 2	"H ₂ O	–		
9	Factor de corrección de densidad		df		"H ₂ O	–		
10	Presión de velocidad corregida		Pv _C	Ecuac. 3	"H ₂ O	–		
11	Pérdidas en la campana	Caudal	Q		pcm		928.2	
12		Velocidad de transporte en el ducto de entrada	Vt		fpm		2797.21	
13		Factor de pérdida en la campana	F	Fig. 1				0.62
14		Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2			0.4878	
15		Factor de corrección de densidad.	df	Tabla 1			0.903	
16		Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3			0.4404	
17		Presión Estática en la camp.	Pec ₁	Ecuac. 4	"H ₂ O			0.7135
18		Pérdida a la salida de la campana	He	Ecuac. 5	"H ₂ O			0.2731
19		Pérdida crítica	He _c		"H ₂ O		0.2731	

20	Identificación del segmento de ducto						1 - 2	2
21	Pérdidas en la ductería	Longitud de tubería recta en el tramo de ducto principal	Long _{T,R}		ft	13.58		
22		Factor de fricción en la ductería	F		"H ₂ O/100 ft	0.13	-	
23		Codos presentes (A 90°)	Total		1	1 rg= 2 De	-	
24		Resistencia equivalente de los codos		Fig. 2	ft	21		
25		Longitud equivalente de tub. recta de los codos	Leq _C	22 x 23	ft	21		
26		Entradas al ducto (A 30°)	Total		1	-	1	
27		Resistencia equiv. de las entradas al ducto		Fig. 2	ft	6.8		
28		Longitud equiv.de las entradas	Leq _{E,D}	25 x 26	ft	6.8		
29		Pérdidas de fricción en el ducto	S _{P,T}	Ecuac. 6	"H ₂ O	0.0455		
30		Pérdidas en el filtro			"H ₂ O	1		
31		Factor de recuperación estática (para expansión)	R	Fig. 3		-	0	
32		Caída de presión expansión	ΔPi	Ecuac. 7	"H ₂ O	-	0	
33		Caída de presión total (expan)	ΔP	Ecuac. 8	"H ₂ O	0		
34		Eficiencia estimada	η	0.55	Factor de densidad	df	Tabla 1	0.8815
35	Pérdidas totales	ΔPt	19+29+30	"H ₂ O	1.3186	ΔPtc ("H ₂ O)	Ecuac. 9	1.4958
36	Potencia requerida por el ventilador	Pot	Ecuac. 10	Hp	0.39	Pot (Hp)	Ecuac. 11	0.35

LABORATORIO DE FARMACOLOGÍA

Tabla 4.20 Proyección del Sistema de Extracción 1 (LFG)

1	Identificación del segmento de ducto				1 - 2	2 - 2'	A	3 - 4	4 - 4'	B	
2	Caudal	Q	Ecuac. 1	pcm	2212.6	1296.1		916.5	916.5		
3	Velocidad de transporte	Vt		fpm	1300			1050			
4	Factor de Fricción en la ductería	f		"H ₂ O/100 ft	0.13			0.13			
5	Área de ducto principal seleccionado	Ad		pulg ²	17 x 15			15 x 9			
6	Diámetro equiv. del ducto seleccionado	De		Pulg	18			13			
7	Diámetro de entrada al ducto	D		Pulg		8			8		
8	Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2	"H ₂ O	0.1053			0.0687			
9	Factor de corrección de densidad	df		"H ₂ O	0.902			0.903			
10	Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3	"H ₂ O	0.095			0.0619			
11	Pérdidas en la campana	Caudal	Q		pcm		1296.1			916.5	
12		Velocidad de transporte en el ducto de entrada	Vt		fpm		3676.19			2599.51	
13		Factor de pérdida en la campana	F	Fig. 1				0.62		0.62	
14		Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2			0.842			0.4212	
15		Factor de corrección de densidad.	df	Tabla 1			0.903			0.902	
16		Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3			0.7603			0.3799	
17		Presión Estática en la camp.	Pec ₁	Ecuac. 4	"H ₂ O			1.2316			0.6154
18		Pérdida a la salida de la campana	He	Ecuac. 5	"H ₂ O			0.4713			0.2301
19		Pérdida crítica	He _c		"H ₂ O			0.4713			

20	Identificación del segmento de ducto				1 - 2	2 - 3	4	
21	Pérdidas en la ductería	Longitud de tubería recta en el tramo de ducto principal	Long _{T,R}		ft	3.54		
22		Factor de fricción en la ductería	F		"H ₂ O/100 ft	0.13	0.13	
23		Codos presentes (A 90°)	Total		1	1	-	-
24		Resistencia equivalente de los codos		Fig. 2	ft	28		
25		Longitud equivalente de tub. recta de los codos	Leq _C	22 x 23	ft	28		
26		Entradas al ducto (A 30°)	Total		2	-	1	1
27		Resistencia equiv. de las entradas al ducto		Fig. 2	ft	7		
28		Longitud equiv.de las entradas	Leq _{E,D}	25 x 26	ft	7		
29		Pérdidas de fricción en el ducto	Sp _T	Ecuac. 6	"H ₂ O	0.0501		
30		Pérdidas en el filtro			"H ₂ O	1		
31		Factor de recuperación estática (para expansión)	R	Fig. 3		-	0.83	0
32		Caída de presión expansión	ΔPi	Ecuac. 7	"H ₂ O	-	-0.0266	
33		Caída de presión total (expan)	ΔP	Ecuac. 8	"H ₂ O	-0.0266		
34		Eficiencia estimada	η	0.55	Factor de densidad	df	Tabla 1	0.878
35	Pérdidas totales	ΔPt	19+29+30	"H ₂ O	1.5214	ΔPtc ("H ₂ O)	Ecuac. 9	1.73
36	Potencia requerida por el ventilador	Pot	Ecuac. 10	Hp	1.09	Pot (Hp)	Ecuac. 11	0.96

LABORATORIO DE TOXICOLOGÍA FORENSE

Tabla 4.21 Proyección del Sistema de Extracción 1 (LTF)

1	Identificación del segmento de ducto				1 – 2	2 – 2'	A	3 - 4	4 – 4'	B
2	Caudal	Q	Ecuac. 1	pcm	5092.6	1015.8		4076.8	928.2	
3	Velocidad de transporte	Vt		fpm	1600			1500		
4	Factor de Fricción en la ductería	f		"H ₂ O/100 ft	0.13			0.13		
5	Área de ducto principal seleccionado	Ad		pulg ²	25 x 20			21 x 20		
6	Diámetro equiv. del ducto seleccionado	De		pulg	24			23		
7	Diámetro de entrada al ducto	D		pulg		8.77			8.77	
8	Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2	"H ₂ O	0.1596			0.1402		
9	Factor de corrección de densidad	df		"H ₂ O	0.903			0.903		
10	Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3	"H ₂ O	0.1442			0.1166		
11	Pérdidas en la campana	Caudal	Q		pcm		1015.8			928.2
12		Velocidad de transporte en el ducto de entrada	Vt		fpm		2427.01			2217.71
13		Factor de pérdida en la campana	F	Fig. 1				0.62		0.62
14		Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2			0.3672			0.3066
15		Factor de corrección de densidad.	df	Tabla 1			0.903			0.903
16		Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3			0.3318			0.2768
17		Presión Estática en la camp.	Pec ₁	Ecuac. 4	"H ₂ O			0.5375		0.4484
18		Pérdida a la salida de la campana	He	Ecuac. 5	"H ₂ O			0.2057		0.1716
19		Pérdida crítica	He _c		"H ₂ O	0.3317				

1	5 - 6	6 - 6'	C	7 - 8	8 - 8'	D	9 - 10	10 - 10'	E
2	3148.6	928.2		2220.4	928.2		1292.2	1292.2	
3	1400			1300			1150		
4	0.13			0.13			0.13		
5	20 x 17			17 x 16			16 x 11		
6	20			18			15		
7		8.77			8.77			8.77	
8	0.1221			0.1053			0.0824		
9	0.9024			0.903			0.9003		
10	0.1101			0.095			0.074		
11			928.2			928.2			1292.2
12		2217.71			2217.71			3087.4	
13			0.62			0.62			0.62
14		0.3066			0.3066			0.5942	
15		0.9024			0.903			0.9003	
16		0.2766			0.2268			0.5349	
17			0.4480			0.4484			0.8666
18			0.1714			0.2216			0.3317
19	0.3317								

20	Identificación del segmento de ducto				1 - 2	2 - 3	4 - 5	6 - 7	8 - 9	10	
21	Pérdidas en la ductería	Longitud de tubería recta en el tramo de ducto principal	Long _{TR}	ft	25.85						
22		Factor de fricción en la ductería	f	"H ₂ O/100 ft	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13		
23		Codos presentes (A 90°)	Total	1	1 rg= 2 De	-	-	-	-	-	
24		Resistencia equivalente de los codos	Fig. 2	ft	40						
25		Longitud equivalente de tub. recta de los codos	Leq _C	22 x 23	ft	40					
26		Entradas al ducto (A 30°)	Total	6	-	1	1	1	1	1	
27		Resistencia equiv. de las entradas al ducto	Fig. 2	ft	7.77						
28		Longitud equiv.de las entradas	Leq _{E,D}	25 x 26	ft	38.85					
29		Pérdidas de fricción en el ducto	Sp _T	Ecuac. 6	"H ₂ O	0.1361					
30		Pérdidas en el filtro			"H ₂ O	1					
31		Factor de recuperación estática (para expansión)	R	Fig. 3		-	0.83	0.83	0.83	0.83	0
32		Caída de presión expansión	ΔPi	Ecuac. 7	"H ₂ O		-0.0229	-0.0053	-0.0125	-0.017	0
33	Caída de presión total (expan)	ΔP	Ecuac. 8	"H ₂ O	-0.0577						
34	Eficiencia estimada	η	0.55	Factor de densidad	df	Tabla 1			0.8815		
35	Pérdidas totales	ΔPt	19+29+30	"H ₂ O	1.4678	ΔPtc ("H ₂ O)	Ecuac. 9		1.6651		
36	Potencia requerida por el ventilador	Pot	Ecuac. 10	Hp	2.42	Pot _c (Hp)	Ecuac. 11		2.14		

Tabla 4.22 Proyección del Sistema de Extracción 2 (LTF)

1	Identificación del segmento de ducto				1 - 2	2 - 2'	H	
2	Caudal	Q	Ecuac. 1	pcm	2784.6	928.2		
3	Velocidad de transporte	Vt		fpm	1400			
4	Factor de Fricción en la ductería	f		"H ₂ O/100 ft	0.13			
5	Área de ducto principal seleccionado	Ad		pulg ²	18 x 17			
6	Diámetro equiv. del ducto seleccionado	De		pulg	19			
7	Diámetro de entrada al ducto	D		pulg		7.8		
8	Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2	"H ₂ O	0.1221			
9	Factor de corrección de densidad	df		"H ₂ O	0.9003			
10	Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3	"H ₂ O	0.1100			
11	Pérdidas en la campana	Caudal	Q		pcm		928.2	
12		Velocidad de transporte en el ducto de entrada	Vt		fpm		2797.21	
13		Factor de pérdida en la campana	F	Fig. 1				0.62
14		Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2			0.4878	
15		Factor de corrección de densidad.	df	Tabla 1			0.9003	
16		Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3			0.4391	
17		Presión Estática en la camp.	Pec ₁	Ecuac. 4	"H ₂ O			0.7113
18		Pérdida a la salida de la campana	He	Ecuac. 5	"H ₂ O			0.2722
19		Pérdida crítica	He _c				0.273	

1	3 - 4	4 - 4'	G	5 - 6	6 - 6'	F
2	1856.4	928.2		928.2	928.2	
3	1200			1050		
4	0.13			0.13		
5	17 x 14			14 x 10		
6	17			13		
7		7.8			7.8	
8	0.0897			0.0687		
9	0.903			0.902		
10	0.0810			0.0619		
11			928.2			928.2
12		2797.21			2797.21	
13			0.62			0.62
14		0.4878			0.4878	
15		0.903			0.902	
16		0.4404			0.4399	
17			0.7134			0.7126
18			0.273			0.2727
19	0.273					

20	Identificación del segmento de ducto				1 - 2	2 - 3	4 - 5	6	
21	Pérdidas en la ductería	Longitud de tubería recta en el tramo de ducto principal	Long _{T,R}	ft	17.43				
22		Factor de fricción en la ductería	f	"H ₂ O/100 ft	0.13	0.13	0.13	-	
23		Codos presentes (A 90°)	Total	1	1 rg=2De	-	-	-	
24		Resistencia equivalente de los codos	Fig. 2	ft	30				
25		Longitud equivalente de tub. recta de los codos	Leq _C	22 x 23	ft	30			
26		Entradas al ducto (A 30°)	Total	3	-	1	1	1	
27		Resistencia equiv. de las entradas al ducto	Fig. 2	ft	6.8				
28		Longitud equiv.de las entradas	Leq _{E,D}	25 x 26	ft	13.6			
29		Pérdidas de fricción en el ducto	Sp _T	Ecuac. 6	"H ₂ O	0.0793			
30		Pérdidas en el filtro			"H ₂ O	1			
31		Factor de recuperación estática (para expansión)	R	Fig. 3	-	0.804	0.83	0	
32		Caída de presión expansión	ΔPi	Ecuac. 7	"H ₂ O	-	-0.0153	-0.0240	0
33		Caída de presión total (expan)	ΔP	Ecuac. 8	"H ₂ O	-0.0393			
34		Eficiencia estimada	η	0.55	Factor de densidad	Df	Tabla 1	0.8815	
35	Pérdidas totales	ΔPt	19+29+30	"H ₂ O	1.3523	ΔPtc ("H ₂ O)	Ecuac. 9	1.5341	
36	Potencia requerida por el ventilador	Pot	Ecuac. 10	Hp	1.22	Pot _c (Hp)	Ecuac. 11	1.07	

LABORATORIO DE SATOX

Tabla 4.23 Proyección Sistema de Extracción 1 (LSX)

1	Identificación del segmento de ducto				1 - 2	2 - 2'	B	3 - 4	4 - 4'	A	
2	Caudal	Q	Ecuac. 1	pcm	1665.6	856.8		808.8	808.8		
3	Velocidad de transporte	Vt		fpm	1200			1000			
4	Factor de Fricción en la ductería	f		"H ₂ O/100 ft	0.13			0.13			
5	Área de ducto principal seleccionado	Ad		pulg ²	15 x 14						
6	Diámetro equiv. del ducto seleccionado	De		pulg	16			14 x 9			
7	Diámetro de entrada al ducto	D		pulg		9.27		12	9.27		
8	Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2	"H ₂ O	0.0897			0.0623			
9	Factor de corrección de densidad	df		"H ₂ O	0.903			0.903			
10	Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3	"H ₂ O	0.08			0.0562			
11	Pérdidas en la campana	Caudal	Q	pcm			856.8			808.8	
12		Velocidad de transporte en el ducto de entrada	Vt	fpm		1839.95			1736.87		
13		Factor de pérdida en la campana	F	Fig. 1				0.62		0.62	
14		Presión de velocidad	Pv	Ecuac. 2			0.211			0.188	
15		Factor de corrección de densidad.	df	Tabla 1			0.903			0.903	
16		Presión de velocidad corregida	Pv _C	Ecuac. 3			0.1905			0.1697	
17		Presión Estática en la camp.	Pec ₁	Ecuac. 4	"H ₂ O			0.3047			0.2713
18		Pérdida a la salida de la campana	He	Ecuac. 5	"H ₂ O			0.1142			0.1016
19		Pérdida crítica	He _c		"H ₂ O	0.1142					

20	Identificación del segmento de ducto				1 - 2	2 - 3	4	
21	Pérdidas en la ductería	Longitud de tubería recta en el tramo de ducto principal	Long _{T,R}	ft	10.87			
22		Factor de fricción en la ductería	f	"H ₂ O/100 ft	0.13	0.13	-	
23		Codos presentes (A 90°)	Total	3	3 rg=2De	-	-	
24		Resistencia equivalente de los codos		Fig. 2	ft	24		
25		Longitud equivalente de tub. recta de los codos	Leq _C	22 x 23	ft	72		
26		Entradas al ducto (A 30°)	Total	2		-	1	1
27		Resistencia equiv. de las entradas al ducto		Fig. 2	ft	8.27		
28		Longitud equiv.de las entradas	Leq _{E,D}	25 x 26	ft	8.27		
29		Pérdidas de fricción en el ducto	Sp _T	Ecuac. 6	"H ₂ O	0.1184		
30		Pérdidas en el filtro			"H ₂ O	1		
31		Factor de recuperación estática (para expansión)	R	Fig. 3		-	0.804	0
32		Caída de presión expansión	ΔPi	Ecuac. 7	"H ₂ O	-	-0.0199	0
33		Caída de presión total (expan)	ΔP	Ecuac. 8	"H ₂ O	-0.0199		
34		Eficiencia estimada	η	0.55	Factor de densidad	df	Tabla 1	0.8815
35	Pérdidas totales	ΔPt	19+29+30	"H ₂ O	1.2326	ΔPtc ("H ₂ O)	Ecuac. 9	1.3983
36	Potencia requerida por el ventilador	Pot	Ecuac. 10	Hp	0.66	Pot (Hp)	Ecuac. 11	0.58

4.2 Superficie y peso de los conductos rectangulares

Los siguientes valores comprenden la cantidad en (Kg), que se necesitan en la construcción de la ductería de cada sistema de extracción , los cuales fueron extraídos de la Tabla N° 2 del APÉNDICE IV .

Tabla 4.24 Superficie y peso de los conductos rectangulares

Laboratorio Unidad de Síntesis de Medicamentos (Sistema de Extracción 1)								
Tramo	Ubicación	Ancho (in)	Alto (in)	Largo (m)	Calibre	S.P (in)	Kg	m ²
1-5	Retorno	55	17	3.09	22	72	97	15.07
5-7	Retorno	50	17	1.44	22	67	42.07	6.58
7-9	Retorno	40	17	1.48	22	57	36.78	5.86
9-11	Retorno	35	14	1.48	22	49	31.62	5.14
11-12	Retorno	20	14	1.48	24	34	18.01	3.79
Laboratorio Unidad de Síntesis de Medicamentos (Sistema de Extracción 2)								
Tramo	Ubicación	Ancho (in)	Alto (in)	Largo (m)	Calibre	S.P (in)	Kg	m ²
1-3	Retorno	28	17	7.54	24	45	121.47	24.36
3-4	Retorno	16	15	1.44	24	31	15.98	3.42
Laboratorio Química General (Sistema de Extracción 1)								
Tramo	Ubicación	Ancho (in)	Alto (in)	Largo (m)	Calibre	S.P (in)	Kg	m ²
1-3	Retorno	45	16	2.47	22	61	65.69	10.39
3-5	Retorno	40	14	1.39	22	54	32.73	5.25
5-7	Retorno	35	12	1.39	22	47	22.48	4.66
7-8	Retorno	19	12	1.39	24	31	15.43	3.30
Laboratorio Química General (Sistema de Extracción 2)								
Tramo	Ubicación	Ancho (in)	Alto (in)	Largo (m)	Calibre	S.P (in)	Kg	m ²
1-3	Retorno	45	16	3.57	22	61	94.95	15.02
3-5	Retorno	34	16	1.39	22	50	30.30	4.91
5-7	Retorno	30	13	1.39	24	43	21.40	4.32
7-8	Retorno	17	13	1.39	24	30	14.93	3.22

Laboratorio Análisis Químico Cuantitativo								
Tramo	Ubicación	Ancho (in)	Alto (in)	Largo (m)	Calibre	S.P (in)	Kg	m ²
1-3	Retorno	27	20	0.98	24	47	16.49	3.29
3-5	Retorno	24	20	0.78	24	44	12.29	2.47
5-7	Retorno	20	20	0.78	24	40	11.17	2.28
7-9	Retorno	20	16	0.78	24	36	10.05	2.09
9-11	Retorno	16	15	0.78	24	31	8.66	1.85
11-12	Retorno	15	9	0.78	24	24	6.70	1.52
Laboratorio de Farmacognosia								
Tramo	Ubicación	Ancho (in)	Alto (in)	Largo (m)	Calibre	S.P (in)	Kg	m ²
1-3	Retorno	25	19	1.30	24	44	20.48	4.12
3-5	Retorno	20	19	0.899	24	39	12.43	2.55
5-7	Retorno	19	16	1.05	24	35	13.16	2.75
7-8	Retorno	16	12	1.19	24	28	11.93	2.61
Laboratorio de Neuropeptidos								
Tramo	Ubicación	Ancho (in)	Alto (in)	Largo (m)	Calibre	S.P (in)	Kg	m ²
1-4	Retorno	13	12	5.56	24	25	49.76	11.18
Laboratorio de Productos Naturales (Sistema de Extracción 1)								
Tramo	Ubicación	Ancho (in)	Alto (in)	Largo (m)	Calibre	S.P (in)	Kg	m ²
1-3	Retorno	16	15	1.45	24	31	16.09	3.45
3-5	Retorno	15	9	0.789	24	24	6.78	1.54
Laboratorio de Productos Naturales (Sistema de Extracción 2)								
Tramo	Ubicación	Ancho(in)	Alto (in)	Largo (m)	Calibre	S.P (in)	Kg	m ²
1-2	Retorno	12	12	2.01	24	24	17.27	3.92
Laboratorio Análisis Instrumental (Sistema de Extracción 1)								
Tramo	Ubicación	Ancho (in)	Alto (in)	Largo (m)	Calibre	S.P (in)	Kg	m ²
1-3	Retorno	18	16	2.09	24	34	25.44	5.35
3-5	Retorno	16	14	0.789	24	30	8.47	1.83
5-6	Retorno	14	9	0.789	24	26	6.5	1.49

Laboratorio Análisis Instrumental (Sistema de Extracción 2)								
Tramo	Ubicación	Ancho (in)	Alto (in)	Largo (m)	Calibre	S.P (in)	Kg	m ²
1-3	Retorno	18	17	3.2	24	35	40.10	8.39
3-5	Retorno	17	13	0.7894	24	30	8.48	1.83
5-6	Retorno	13	10	0.7894	24	23	6.50	1.49
Laboratorio de Control de Calidad								
Tramo	Ubicación	Ancho (in)	Alto (in)	Largo (m)	Calibre	S.P (in)	Kg	m ²
1-3	Retorno	24	18	1.45	24	42	1.8	4.42
3-5	Retorno	18	17	1.08	24	35	13.53	2.83
5-6	Retorno	15	11	1.08	24	26	10.05	2.24
Laboratorio de Química Orgánica								
Tramo	Ubicación	Ancho (in)	Alto (in)	Largo (m)	Calibre	S.P (in)	Kg	m ²
1-5	Retorno	32	22	11.57	22	52	262.32	42.32
5-7	Retorno	30	20	1.383	24	50	24.76	4.89
7-8	Retorno	25	17	1.383	24	42	20.79	4.22
Laboratorio de Bromatología (Sistema de Extracción 1)								
Tramo	Ubicación	Ancho (in)	Alto (in)	Largo (m)	Calibre	S.P (in)	Kg	m ²
1-3	Retorno	40	16	1.792	22	56	43.75	6.99
3-5	Retorno	40	14	0.94	22	54	22.13	3.55
5-7	Retorno	35	13	4.07	22	48	85.18	13.89
7-9	Retorno	31	13	0.789	22	44	15.14	2.50
9-11	Retorno	20	13	0.789	24	33	9.32	1.97
11-12	Retorno	16	10	0.789	24	26	7.34	1.64
Laboratorio de Bromatología (Sistema de Extracción 2)								
Tramo	Ubicación	Ancho (in)	Alto (in)	Largo (m)	Calibre	S.P (in)	Kg	m ²
1-3	Retorno	20	22	2.31	24	42	34.73	7.04
3-5	Retorno	20	17	0.789	24	37	10.45	2.16
5-7	Retorno	17	15	0.789	24	32	9.04	1.92
7-8	Retorno	15	9	0.789	24	24	6.78	1.54

Laboratorio Análisis de Medicamentos								
Tramo	Ubicación	Ancho (in)	Alto (in)	Largo (m)	Calibre	S.P (in)	Kg	m ²
1-3	Retorno	60	12	2.8651	22	72	89.78	13.95
3-5	Retorno	45	12	1.39	22	57	34.54	5.51
5-7	Retorno	32	12	1.69	22	44	32.42	5.36
7-8	Retorno	18	12	1.39	24	30	14.93	3.22
Laboratorio de Química Medicinal (Medicamentos Orgánicos)								
Tramo	Ubicación	Ancho (in)	Alto (in)	Largo (m)	Calibre	S.P (in)	Kg	m ²
1-3	Retorno	45	15	2.15	22	60	56.24	8.91
3-5	Retorno	35	15	1.1	22	50	23.98	3.89
5-7	Retorno	35	13	1.1	22	48	23.02	3.76
7-9	Retorno	30	11	1.1	24	41	16.15	3.29
9-10	Retorno	17	11	0.944	24	28	9.46	2.07
Laboratorio de Bioquímica (Sistema de Extracción 1)								
Tramo	Ubicación	Ancho (in)	Alto (in)	Largo (m)	Calibre	S.P (in)	Kg	m ²
1-2	Retorno	13	9	5.66	24	22	44.58	10.35
Laboratorio de Bioquímica (Sistema de Extracción 2)								
Tramo	Ubicación	Ancho (in)	Alto (in)	Largo (m)	Calibre	S.P (in)	Kg	m ²
1-2	Retorno	12	12	4.98	24	24	42.79	9.71
Laboratorio de Farmacología								
Tramo	Ubicación	Ancho (in)	Alto (in)	Largo (m)	Calibre	S.P (in)	Kg	m ²
1-3	Retorno	17	15	1.82	24	32	20.85	4.44
3-4	Retorno	15	9	1.07	24	24	9.19	2.09
Laboratorio de Toxicología Forense (Sistema de Extracción 1)								
Tramo	Ubicación	Ancho (in)	Alto (in)	Largo (m)	Calibre	S.P (in)	Kg	m ²
1-3	Retorno	25	20	5.29	24	45	85.22	17.09
3-5	Retorno	21	20	0.93	24	41	13.65	2.78
5-7	Retorno	20	17	0.77	24	37	10.20	2.11
7-9	Retorno	17	16	0.77	24	33	9.1	1.92
9-10	Retorno	16	11	0.93	24	27	8.99	1.98

Laboratorio de Toxicología Forense (Sistema de Extracción 2)								
Tramo	Ubicación	Ancho (in)	Alto (in)	Largo (m)	Calibre	S.P (in)	Kg	m ²
1-3	Retorno	18	17	5.38	24	35	67.41	14.10
3-5	Retorno	17	14	0.76	24	31	8.43	1.81
5-6	Retorno	14	10	0.76	24	24	6.53	1.48
Laboratorio de SATOX								
Tramo	Ubicación	Ancho (in)	Alto (in)	Largo (m)	Calibre	S.P (in)	Kg	m ²
1-3	Retorno	15	14	5.11	24	29	53.05	11.53
3-4	Retorno	14	9	0.944	24	23	7.74	1.78

CAPITULO V

5. COTIZACIÓN Y MANTENIMIENTO

5.1 Alternativa Económica Seleccionada

5.1.1 Ventiladores y Filtros

Los Ventiladores que se describen a continuación son ofertados por la empresa FREDIVE C.A. bajo la cotización N° 0511879, (ver Anexo IV), los cuales cumplen con las normas ISO 9002. Los Filtros fueron cotizados por FILCARACA. (Ver Anexo IV)

Item	Descripción	Cant.	Precio Unitario	Precio Total
01	Ventilador venaxial, Modelo VXF-30, Marca FREDIVE Arreglo 9, capacidad de 12586 pcm, contra una caída de presión de 1.93 '' H ₂ O, a 1170 rpm, acoplado por transmisión de polea y correa a un motor de 10 Hp.(1750 rpm) Voltaje 220/440/3/60	1	4.834.000,00 (Bs)	4.834.000,00 (Bs)
			\$2248.37	\$2248.37
02	Ventilador venaxial, Modelo VXF-24 Marca FREDIVE Arreglo 9, capacidad de 5000 pcm, contra una caída de presión de 1.95 '' H ₂ O, a 1350 rpm, acoplado por transmisión de polea y correa a un motor de 3 Hp. (1750 rpm) Voltaje 220/440/3/60	3	3.304.456,00 (Bs)	9.913.368,00 (Bs)
			\$ 1536.95	\$ 4610.86
03	Ventilador Centrífugo Aerodinámico, simple entrada, Modelo CASF-27 Marca FREDIVE Arreglo 3, capacidad de 7000 pcm, contra una caída de presión de 1.74 '' H ₂ O, a 1000 rpm, acoplado por transmisión de polea y correa a un motor de 5 Hp. (1750 rpm) Voltaje 220/440/3/60	4	5.148.200,00 (Bs)	20.592.800,00 (Bs)
			\$ 2394,51	\$ 9578.046

04	Ventilador venaxial, Modelo VXF-27 Marca FREDIVE Arreglo 9, capacidad de 7000 pcm, contra una caída de presión de 2.16 '' H ₂ O , a 1400 rpm, acoplado por transmisión de polea y correa a un motor de 6 Hp. (1750 rpm) Voltaje 220/440/3/60	3	4.162.244,00 (Bs)	12.486.732 (Bs)
			\$ 1.935,92	\$ 5.807,78
05	Ventilador Centrifugo Aerodinámico, simple entrada, Modelo CASF-24 Marca FREDIVE Arreglo 3, capacidad de 4518 pcm, contra una caída de presión de 1.91 '' H ₂ O , a 1050 rpm, acoplado por transmisión de polea y correa a un motor de 1.5 Hp. (1750 rpm) Voltaje 220/440/3/60	1	4.803.000,00 (Bs)	4.803.00,00 (Bs)
			\$ 2.233,95	\$ 2.233,95
06	Ventilador venaxial, Modelo VXF-15 Marca FREDIVE Arreglo 9, capacidad de 1500 pcm, contra una caída de presión de 1.53 '' H ₂ O , a 1760 rpm, acoplado por transmisión de polea y correa a un motor de 1.5 Hp. (1750 rpm) Voltaje 220/440/3/60	3	1.8500.000,00 (Bs)	5.550.000,00 (Bs)
			\$ 8.604,65	\$ 2.581,39
07	Ventilador Centrifugo Aerodinámico, simple entrada, Modelo CASF-20 Marca FREDIVE Arreglo 3, capacidad de 3000 pcm, contra una caída de presión de 1.73 '' H ₂ O , a 1350 rpm, acoplado por transmisión de polea y correa a un motor de 2 Hp. (1750 rpm) Voltaje 220/440/3/60	5	3.605.700,00 (Bs)	18.028.500,00 (Bs)
			\$ 1.677,06	\$ 8.385,34
08	Ventilador venaxial, Modelo VXF-30 Marca FREDIVE Arreglo 9, capacidad de 7273 pcm, contra una caída de presión de 1.91 '' H ₂ O , a 1125 rpm, acoplado por transmisión de polea y correa a un motor de 6 Hp. (1750 rpm) Voltaje 220/440/3/60	1	4.520.900,00 (Bs)	4.520.900,00 (Bs)
			\$ 2.102,74	\$ 2.102,74
09	Ventilador Centrifugo Aerodinámico, simple entrada, Modelo CASF-18 Marca FREDIVE Arreglo 3, capacidad de 2000 pcm, contra una caída de presión de 1.49 '' H ₂ O , a 1390 rpm, acoplado por transmisión de polea y correa a un motor de 1.5 Hp. (1750 rpm) Voltaje 220/440/3/60	2	3.183.100,00 (Bs)	6.366.200,00 (Bs)
			\$ 1.480,51	\$ 2.961,02

10	Filtro Serie ACTIVIFILTER (Cartón / Carbón Activado), Velocidad de operación=1900 fpm Área= 55 x 17 x 1''	1	86.040,00 (Bs)	86.040,00 (Bs)
			\$ 40,01	\$ 40,01
11	Filtro Serie ACTIVIFILTER (Cartón / Carbón Activado), Velocidad de operación= 1300 fpm , Área= 28 x 17''	1	65.050,00 (Bs)	65.050,00 (Bs)
			\$ 30,25	\$30,25
12	Filtro Serie ACTIVIFILTER (Cartón / Carbón Activado), Velocidad de operación=1600 fpm , Área= 45 x 16 x 1''	2	81.050,00 (Bs)	162.100,00 (Bs)
			\$ 37,69	\$75,39
13	Filtro Serie ACTIVIFILTER (Cartón / Carbón Activado), Velocidad de operación=1600 fpm , Área=30 x 27 x 1''	1	81.050,00 (Bs)	81.050,00 (Bs)
			\$ 37,69	\$ 37,69
14	Filtro Serie ACTIVIFILTER (Cartón / Carbón Activado), Velocidad de operación= 1500 fpm , Área= 25 x 19 x 1''	2	62.070,00 (Bs)	124.140,00 (Bs)
			\$ 28,86	\$57,53
15	Filtro Serie ACTIVIFILTER (Cartón / Carbón Activado), Velocidad de operación=1100 fpm , Área= 13 x 12 x 1''	1	39.770,00 (Bs)	39.770,00 (Bs)
			\$18,49	\$18,49
16	Filtro Serie ACTIVIFILTER (Cartón / Carbón Activado), Velocidad de operación=1200 fpm , Área= 16 x 15 x 1''	1	39.770,00 (Bs)	39.770,00 (Bs)
			\$18,49	\$18,49
17	Filtro Serie ACTIVIFILTER (Cartón / Carbón Activado), Velocidad de operación=1000 fpm , Área= 12 x 12 x 1''	2	39.770,00 (Bs)	79.540,00 (Bs)
			\$18,49	\$36,99
18	Filtro Serie ACTIVIFILTER (Cartón / Carbón Activado), Velocidad de operación=1300 fpm , Área= 18 x 16 x 1''	1	39.770,00 (Bs)	39.770,00 (Bs)
			\$18,49	\$18,49
19	Filtro Serie ACTIVIFILTER (Cartón / Carbón Activado), Velocidad de operación=1300 fmp , Área=18 x 17 x 1''	2	39.770,00 (Bs)	79.540,00 (Bs)
			\$18,49	\$36,99
20	Filtro Serie ACTIVIFILTER (Cartón / Carbón Activado), Velocidad de operación= 1500 fpm , Área=24 x 18 x 1''	1	62.070,00 (Bs)	62.070,00 (Bs)
			\$28,86	\$28,86
21	Filtro Serie ACTIVIFILTER (Cartón / Carbón Activado), Velocidad de operación=1600 fpm , Área= 32 x 22 x 1''	1	81.050,00 (Bs)	81.050,00 (Bs)
			\$37,69	\$37,69
22	Filtro Serie ACTIVIFILTER (Cartón / Carbón Activado), Velocidad de operación=1600 fpm , Área= 40 x 16 x 1''	1	81.050,00 (Bs)	81.050,00 (Bs)
			\$37,69	\$37,69
23	Filtro Serie ACTIVIFILTER (Cartón / Carbón Activado), Velocidad de operación=1500 fpm ,	1	62.070,00 (Bs)	62.070,00 (Bs)

	Área= 22 x 20 x 1''		\$28.86	\$28.86
24	Filtro Serie ACTIVIFILTER (Cartón / Carbón Activado), Velocidad de operación=1600 fpm , Área= 43 x 15 x 1''	1	81.050,00 (Bs)	81.050,00 (Bs)
			\$37.69	\$37.69
25	Filtro de carbón activado, Velocidad de operación=1300 fpm , Área= 13 x 9 x 1''	1	39.770,00 (Bs)	39.770,00 (Bs)
			\$18,49	\$18,49
26	Filtro de carbón activado, Velocidad de operación=1300 fpm , Área= 17 x 15 x 1''	1	39.770,00 (Bs)	39.770,00 (Bs)
			\$18,49	\$18,49
27	Filtro de carbón activado, Velocidad de operación=1600 fpm , Área= 25 x 20 x 1''	1	62.070,00 (Bs)	62.070,00 (Bs)
			\$28,86	\$28,86
28	Filtro de carbón activado, Velocidad de operación=1200 fpm , Área= 15 x 14 x 1''	1	39.770,00 (Bs)	39.770,00 (Bs)
			\$18,49	\$18,49

Costo Total de los Ventiladores: 99.288.870,00 Bs (\$ 46.180,86)

Costo Total de los Filtros: 1.407.510,00 Bs (\$ 654,65)

5.1.2 Ducto instalado (Acero Galvanizado)

Comercialmente el precio del kilogramo (Kg) de ducto instalado es de 15.000,00 Bs. En función de este precio y la cantidad de kg necesarios por laboratorio (tabla 4.23) se especifica a continuación el coste de los ductos que se requieren en cada uno de ellos.

Laboratorio	Costo (Bs)	Laboratorio	Costo (Bs)
LUSM	5.443.950,00	LQO	4.618.050,00
LQG	4.468.650,00	LBR	3.657.900,00
LAQC	980.400,00	LAM	2.575.050,00
LFS	870.000,00	LQM	1.935.750,00
LN	746.400,00	LBQ	1.310.550,00

Laboratorio	Costo (Bs)	Laboratorio	Costo (Bs)
LPN	602.100,00	LFG	450.600,00
LAI	1.432.350,00	LTF	3.142.950,00
LCC	380.700,00	LSX	911.850,00

Costo Total de Ducto Instalado: 29.869.350,00Bs. (\$ 13.892,72)

Costo Total del Proyecto : 130.565.730,00 Bs. (\$ 60.728,24)

5.2 Plan de Mantenimiento

El mantenimiento se utiliza para reducir la frecuencia y la magnitud de las reparaciones mayores, además de comprobar el estado de funcionamiento, detectar y corregir posibles situaciones de riesgo en las instalaciones que puedan derivar en una avería.

Durante las evaluaciones se deberá realizar un examen completo, limpieza general, ajustes, comprobación y verificación de todos los elementos y equipos que componen los sistemas de extracción instalados con anterioridad.

Para llevar a cabo la fase de mantenimiento, los laboratorios deberán contar con:

- a) Un inventario técnico, con manuales, planos y características de cada equipo (nombre, marca, número de serie, modelo y año, fecha de adquisición y localización).
- b) Listado o expediente para cada equipo del sistema, en el cual se deben especificar todos los datos generales y registros, además de reportes de mantenimientos preventivos, correctivos, calibración y verificación efectuados periódicamente.
- c) Actualización de los costos de aquellos componetes que son reemplazados con frecuencia (filtros, correas, poleas, entre otros)

Los sistemas de ventilación localizada deben tener una periodicidad de evaluación como sigue:

- a. Recién instalados
- b. Cada seis meses, con una visita de inspección periódica
- c. Cada dos meses
- d. Cada mes

Los colectores de contaminantes deben ser revisados con un medidor de restricción de filtro en cada visita de inspección para comprobar su estado y determinar los intervalos de cambios correctos. Los filtros de alta eficacia deben ser reemplazados anualmente mientras que los de baja eficacia semestralmente, según lo indica el fabricante, de manera de evitar la ruptura del medio filtrante, lo que permite la entrada de contaminantes perjudiciales al motor.

Las variables que se deben evaluar en los sistemas de ventilación en cualquier inspección periódica y mantenimiento son las siguientes:

Campanas:

- a) Partes dañadas o faltantes
- b) Presencia de corrosión, desgaste y acumulaciones
- c) Escombros en su interior (frascos, botellas)
- d) Modificaciones no autorizadas

Ductos:

- a) Presencia de corrosión, especialmente en los codos
- b) Conexiones inapropiadas (mayores de 45°)

- c) Obstrucciones en el ducto principal y los ramales
- d) Falta de soportes
- e) Uniones rotas

Ventiladores:

- a) Vibración
- b) Ruido
- c) Velocidad de rotación (rpm)
- d) Potencia (Hp)
- e) Tensión en las correas
- f) Lubricación inapropiada
- g) Signo de desgaste en las correas, poleas y cojinetes
- h) Desajuste en los tornillos
- i) Acumulación de sucio en la cajuela

Otros:

- a) Velocidad de captación del aire contaminado
- b) Velocidad en el ducto
- c) Compuertas reguladoras de flujo si existen
- d) Colector de contaminantes

Cada visita de mantenimiento debe contar con el siguiente formato:

ELEMENTOS DEL SISTEMA Y VARIABLES	TIPO DE EVALUACIÓN			
	Recién instalados	Cada seis meses	Cada dos meses	Cada mes
Ventilador				
Velocidad de rotación				
Presión estática a la entrada				
Presión estática a la salida				
Flujo a la entrada				
Ductos				
Velocidad de transporte				
Caudal				
Caídas de presión				
Campanas				
Velocidad de captura				
Caudal				
Presión estática				
Equipo colector de contaminantes				
Caída de presión				

El siguiente procedimiento se utiliza para llevar a cabo la evaluación de un sistema de ventilación industrial:

Equipos:

Los equipos utilizados para realizar este tipo de evaluación son los siguientes:

Tubos de Pitot – varias longitudes

Medidores de presión – manómetros inclinados

Medidores de velocidad de rotación - tacómetro óptico

Medidores de velocidad de aire – termoanemómetro

Procedimiento:

- 1) Se mide el flujo en el ducto de entrada al ventilador. Si el flujo es correcto, se continúa en el punto (4); si es incorrecto, se sigue en (1^a).^{*}
 - 1^a- Se verifica el tamaño del ventilador con respecto al diseño
 - 1^b- Se verifica la velocidad del ventilador y la dirección de rotación con respecto al proyecto
 - 1^c- Se verifica la configuración de la entrada y salida del ventilador con respecto al proyecto.

- 2) Si existe discrepancia y se corrige, se retorna a (1). Si no se debe medir la presión estática a la entrada y salida y se calcula la presión estática del ventilador. Con las especificaciones del ventilador, se verifica con el flujo, presión estática y (rpm) si su funcionamiento es correcto.^{*}

- 3) Si la presión estática a la entrada del ventilador es mayor que la calculada en el diseño, se continúa en (4).^{*}

Si la presión estática a la salida del ventilador es mayor que la del diseño, se continúa en (8).

- 4) Se mide la presión estática en cada campana y se verifica con respecto al diseño. Si es demasiado alta en cualquier campana se sigue en (4^a).^{*}

4^a- Se verifica el tamaño de las campanas y ranuras con respecto al proyecto

4^b- Se examinan las campanas para detectar obstrucciones

5) Después de corregir los errores de construcción y obstrucciones en las campanas, si la presión estática es la correcta se retorna al punto (1), si es demasiado baja, se continúa en el (6).*

6) Se mide la presión estática en varias uniones de ducto y se compara con los valores del diseño. Si es demasiado alta en una unión se procede corriente arriba hasta que la presión estática sea demasiado baja y se aísla la avería en las áreas donde las pérdidas exceden el diseño.*

6^a- Se verifica el ángulo de entrada a la ductería

6^b- Se verifica el radio de los codos

6^c- Se verifica el diámetro de los ductos

6^d- Se verifican los ductos para detectar obstrucciones.

7) Después de corregir todos los detalles de construcción que se desvíen de las especificaciones, se retorna al punto (1).*

8) Se mide la diferencia de presión a través de un dispositivo de control de contaminación atmosférica y se verifica con los datos del fabricante. Si la pérdida es excesiva, se hacen las correcciones necesarias y se retorna al punto (1). Si las pérdidas son menores que las del diseño se continúa en el punto (8^a).*

8^a - Se verifican ductos, codos y entradas como en 6^a a 6^b

8^b- Se verifica el tipo y dimensiones del sistema de descarga.

- 9) Si se encuentran errores, se corrige y se retorna al punto (1). Si no es así, se verifica el diseño contra el proyecto, se calcula y se retorna al punto (1) con los nuevos parámetros de diseño esperado.*
- 10) Se miden las velocidades de captura en todas las campanas donde sea posible. Si el control es inadecuado, se rediseña o se modifica la campana.*
- 11) El proyecto anterior debe repetirse hasta que sean corregidos todos los defectos y los valores de la presión estática en las campanas y las velocidades de captura estén dentro del 10% del diseño. La presión estática real en las campanas se debe anotar para uso en las verificaciones periódicas del sistema.*

Se deberá preparar una carpeta con los documentos siguientes:

- a) Cálculos del diseño
- b) Tablas del ventilador
- c) Presión estática en las campanas después de la verificación
- d) Registro de las mediciones periódicas de la presión estática en las campanas

*Procedimiento citado de la Norma COVENIN 2250-90

LIMITACIONES

- ✓ Dificultad a la hora de acceder a algunos de los laboratorios de la Facultad de Farmacia.
- ✓ No se pudo comparar las dimensiones de los laboratorios actuales con las especificadas en los planos arquitectónicos de Carlos Raúl Villanueva, debido a que los laboratorios originales han sido modificados sin que exista algún registro de ello.
- ✓ Debido al deterioro de las compuertas de vidrio en algunas campanas, no se pudo realizar la medición de la velocidad de captura con la compuerta abierta a 30 cm, en éstos casos sólo se midió con abertura total de la cabina.
- ✓ No se pudo medir la velocidad de transporte en los ductos principales debido a que no se permitió perforar la ductería, por ello se determinó siguiendo el criterio descrito en la metodología.
- ✓ No se encontraron registros algunos de las especificaciones de los ventiladores instalados actualmente, los cuales fueron solicitados tanto en la Facultad de Farmacia, así como en la COPRED.
- ✓ El dimensionamiento de los ductos se ajustó al espacio disponible puesto que existen obstrucciones (tuberías, canales de comunicación, entre otros), que no permiten proyectar una sección cuadrada sino rectangular.
- ✓ Dificultad para obtener los costos de la solución a implementar.

CONCLUSIONES

- ✓ Las variables determinantes tanto en la evaluación de los sistemas de extracción localizada así como en el diseño de los mismos fueron la velocidad de captura y transporte, ya que a partir de ellas se establecieron los criterios de comparación y selección respectivamente.
- ✓ El 44% de los laboratorios inspeccionados utilizan solventes peligrosos como es el caso del Benceno el cual ha sido confirmado como carcinógeno en los seres humanos.
- ✓ En la totalidad de los sistemas de extracción localizada el brazo de entrada a la ductería de transporte se dispone a 90° con respecto a la horizontal, lo que contraviene las recomendaciones de los manuales de Ventilación Industrial en especial el de la ACGIH.
- ✓ El 100% de los sistemas de ventilación local carecen de algún tipo de equipos para el tratamiento de contaminantes.
- ✓ Por no existir un sistema artificial de suministro de aire al interior de los laboratorios, las ventanas se mantienen abiertas por lo que existe un riesgo de recirculación de aire viciado, ya que no se cuentan con filtros .
- ✓ A excepción de un solo laboratorio, en todos los restantes se determinó a través de la evaluación, que las magnitudes de velocidad de captura y de transporte se encuentran por debajo de los valores mínimos establecidos en la normativa nacional vigente (Norma COVENIN 2250-90), además de ser inferiores también a los valores prefijados en el manual de la ACGIH.

- ✓ Con respecto a las proyecciones, el método usado para el cálculo de las pérdidas de carga en el sistema de extracción incluye las generadas por la campana además de ofrecer un rápido recálculo del tamaño del ducto.
- ✓ El dimensionamiento de los ductos se ajustó al espacio disponible en los laboratorios, sin embargo se mantiene el área necesaria para transportar el caudal requerido por el sistema, a pesar que lo recomendable es diseñar ductos de secciones aproximadamente cuadradas por razones de facilidad en la construcción; en algunos casos las secciones fueron rectangulares debido a el factor espacio como limitante.
- ✓ Los ventiladores industriales de tipo centrífugo con álabes radiales o rectos se utilizan en la mayoría de las aplicaciones donde se necesita remover cualquier tipo de contaminante, con la finalidad de vencer la caída de presión y extraer el caudal necesario. Sólo en los casos donde la ubicación del sistema de extracción lo ameritó, se seleccionaron ventiladores tipo venaxial.
- ✓ Los filtros de carbón activado son indicados para remover olores y retener aire contaminado, especialmente en sistemas de extracción local, además de operar bajo altas velocidades. El nivel de activación de carbono que se debe utilizar depende de la sustancia contaminante a filtrar. En los sistemas proyectados se seleccionaron de acuerdo a estos dos parámetros (contaminante y velocidad). La pérdida de carga que ofrecen los filtros seleccionados es de 1'' de H₂O, lo que representa aproximadamente el 60 % de la pérdida total que debe vencer el ventilador.
- ✓ El diseño de un sistema de ventilación localizada para el control ambiental de los laboratorios, constituye una valiosa herramienta para la implantación

total en forma práctica, de un proyecto que proteja a los trabajadores de los contaminantes presentes en los laboratorios, los cuales en su mayoría son cancerígenos y traen consecuencias a largo plazo irreversibles para todo el personal que labora en forma directa o indirecta con las fuentes contaminantes.

RECOMENDACIONES

- ✓ Ejecutar este proyecto a corto plazo, ya que se evidenció a través de la evaluación, que casi la totalidad de los laboratorios no cuentan con sistemas de extracción capaces de eliminar eficientemente los contaminantes del ambiente de trabajo, lo que se traduce en un riesgo de contaminación ocupacional y del medio ambiente.
- ✓ Utilizar dispositivos de protección personal en aquellos laboratorios donde se trabajen con sustancias altamente peligrosas (carcinógenas, narcóticas, entre otras.), con el fin de reducir el riesgo de contraer alguna enfermedad ocupacional, las cuales son capaces de ocasionar la muerte.
- ✓ Realizar mantenimiento mayor en los sistemas de captación (campanas) encontrados en los laboratorios, ya que éstos no necesitan ser remplazados, puesto que son tipo cabina, adecuados para los tipos de contaminantes que se utilizan; dicho mantenimiento debe lograr: eliminar la corrosión en partes de la campana, instalación de compuertas de vidrio que estén deterioradas y/o faltantes, además del óptimo funcionamiento de los componentes eléctricos incorporados en la cabina.
- ✓ Establecer un equilibrio entre los costos del proyecto y las consecuencias que origina un sistema de extracción localizada deficiente en estos laboratorios, se debe evitar que un trabajo laborioso y constante se convierta en un aporte teórico solamente.
- ✓ Construir los ductos en acero galvanizado u otro material no combustible, los ductos fabricados de material plástico deben utilizarse solamente para humos

y vapores corrosivos no inflamables, cuando no sean adecuados los ductos de metal convencionales.

- ✓ Aplicar en el tiempo previsto las revisiones y evaluaciones a todos los componentes del sistema de extracción diseñado tal como lo estipula el plan de mantenimiento descrito en este trabajo.

- ✓ Aplicar esta investigación en todos los laboratorios de la Universidad Central de Venezuela donde existan Sistemas de Extracción Localizada, a fin de constatar si se cumplen con los requerimientos exigidos por la normativa nacional vigente para su funcionamiento, de forma tal de no poner en riesgo la salud de las personas que directa e indirectamente son afectadas.

APÉNDICE I

Descripción

Equipo: Termoanemómetro Digital

Marca: TSI

Modelo: 8386- M- GB



Especificaciones del Termoanemómetro para medir Velocidad

Rango	0 - 9999 ft/min (0 - 50m/s)
Precisión	+/- 3 ft/min (+/- 0.015)
Apreciación	1 ft/min (0.01m/s)

Especificaciones del Termoanemómetro para medir Temperatura

Rango	14 – 140 °F (-10 - 60°C)
Precisión	+/- 0.5°F (+/- 0.3°C)
Apreciación	0.1 °F (0.1°C)

Nota: Las condiciones en las que opera óptimamente éste instrumento son :

- ✓ Hasta una altura de 4000 metros
- ✓ Hasta una humedad relativa del 80 %

APÉNDICE II

Descripción

Equipo: Tacómetro Combinado contacto y Foto

Marca: EXTECH

Modelo: 461895



Especificaciones del Foto-Tacómetro para medir Velocidad de Rotación

Rango	5 – 99999 rpm
Precisión	+/- (0.05 % + 1 dígito)
Apreciación	0.1 rpm (0.5 a 999.9 rpm) 1 rpm (sobre 1000 rpm)
Tiempo de Muestreo	2 seg (sobre 60 rpm)
Distancia de Detección	50 a 150 mm (2 a 6 pulgadas) dependiendo de la luz ambiental
Temperatura de Operación	0°C a 50 °C (32°F a 122°F)

Forma de Medición

- ✓ Se aplica un trozo cuadrado de 12 mm (0.5'') de cinta reflejante al objeto que se va a medir.
- ✓ Se presiona el botón de medición y se alinea el haz de luz visible con el objeto que se va a medir. El indicador del monitor se iluminara cuando la cinta reflejante pase a través del haz de luz. Se suelta el botón de medición cuando la lectura se estabilice (aproximadamente 2 segundos). Se debe sostener la fuente de luz del medidor a 15-30 cm del objeto que se va a medir, bajo condiciones de baja iluminación ambiental.

APÉNDICE III

ECUACIONES UTILIZADAS EN EL CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN LOCALIZADA DE LOS LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE FARMACIA

Ecuación N° 1

$$Q = Ac * Vc$$

Ecuación N° 2

$$Pv = \left(\frac{Vt}{4005} \right)^2$$

Ecuación N° 3

$$Pv_C = d_F * Pv$$

Ecuación N° 4

$$Pec_i = Pv_C * (1 + F)$$

Ecuación N° 5

$$He = F * Pv$$

Ecuación N° 6

$$Sp_f = \frac{f}{100 \text{ ft}} * (Long_{T.R} + Leq_C + Leq_{E.D})$$

Ecuación N° 7

$$\Delta P_i = Sp_{D.Ex} - Sp_{A.Ex} = R^*(Pv_{A.Ex} - Pv_{D.Ex})$$

Ecuación N° 8

$$\Delta P = \sum \Delta P_i$$

Ecuación N° 9

$$\Delta P_{TC} = \frac{\Delta P_T}{df}$$

Ecuación N° 10

$$Pot = \frac{Q * \Delta P_{TC}}{\eta * 6350}$$

Ecuación N° 11

$$Pot_c = Pot * df$$

APÉNDICE IV

Tabla 1 Factor de Corrección de densidad del aire por altitud y temperatura

TABLE 5-10. Air Density Correction Factor, df																
ALTITUDE RELATIVE TO SEA LEVEL, ft																
	-5000	-4000	-3000	-2000	-1000	0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
BAROMETRIC PRESSURE																
"Hg"	35.74	34.51	33.31	32.15	31.02	29.92	28.86	27.82	26.82	25.84	24.89	23.98	23.09	22.22	21.39	20.57
"w"	486.74	469.97	453.67	437.84	422.45	407.50	392.98	378.89	365.21	351.93	339.04	326.54	314.42	302.66	291.26	280.21
Temp. (Deg. F)	DENSITY FACTOR, df															
-40	1.51	1.46	1.40	1.36	1.31	1.26	1.22	1.17	1.13	1.09	1.05	1.01	0.97	0.94	0.90	0.87
0	1.38	1.33	1.28	1.24	1.19	1.15	1.11	1.07	1.03	1.00	0.96	0.92	0.89	0.86	0.82	0.79
40	1.27	1.22	1.18	1.14	1.10	1.06	1.02	0.99	0.95	0.92	0.88	0.85	0.82	0.79	0.76	0.73
70	1.19	1.15	1.11	1.07	1.04	1.00	0.96	0.93	0.90	0.86	0.83	0.80	0.77	0.74	0.71	0.69
100	1.13	1.09	1.05	1.02	0.98	0.95	0.91	0.88	0.85	0.82	0.79	0.76	0.73	0.70	0.68	0.65
150	1.04	1.00	0.97	0.93	0.90	0.87	0.84	0.81	0.78	0.75	0.72	0.70	0.67	0.65	0.62	0.60
200	0.96	0.93	0.89	0.86	0.83	0.80	0.77	0.75	0.72	0.69	0.67	0.64	0.62	0.60	0.57	0.55
250	0.89	0.86	0.83	0.80	0.77	0.75	0.72	0.69	0.67	0.64	0.62	0.60	0.58	0.55	0.53	0.51
300	0.83	0.80	0.78	0.75	0.72	0.70	0.67	0.65	0.62	0.60	0.58	0.56	0.54	0.52	0.50	0.48
350	0.78	0.75	0.73	0.70	0.68	0.65	0.63	0.61	0.59	0.57	0.54	0.52	0.50	0.49	0.47	0.45
400	0.74	0.71	0.69	0.66	0.64	0.62	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51	0.49	0.48	0.46	0.44	0.42
450	0.70	0.67	0.65	0.63	0.60	0.58	0.56	0.54	0.52	0.50	0.48	0.47	0.45	0.43	0.42	0.40
500	0.66	0.64	0.61	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51	0.49	0.48	0.46	0.44	0.43	0.41	0.39	0.38
550	0.63	0.61	0.58	0.56	0.54	0.52	0.51	0.49	0.47	0.45	0.44	0.42	0.40	0.39	0.38	0.36
600	0.60	0.58	0.56	0.54	0.52	0.50	0.48	0.46	0.45	0.43	0.42	0.40	0.39	0.37	0.36	0.34
700	0.55	0.53	0.51	0.49	0.47	0.46	0.44	0.42	0.41	0.39	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.31
800	0.50	0.49	0.47	0.45	0.44	0.42	0.41	0.39	0.38	0.36	0.35	0.34	0.32	0.31	0.30	0.29
900	0.47	0.45	0.43	0.42	0.40	0.39	0.38	0.36	0.35	0.34	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27
1000	0.43	0.42	0.40	0.39	0.38	0.36	0.35	0.34	0.33	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.25

Fuente: Industrial Ventilation (2001)

Tabla 2 Superficie y Peso de los Ductos

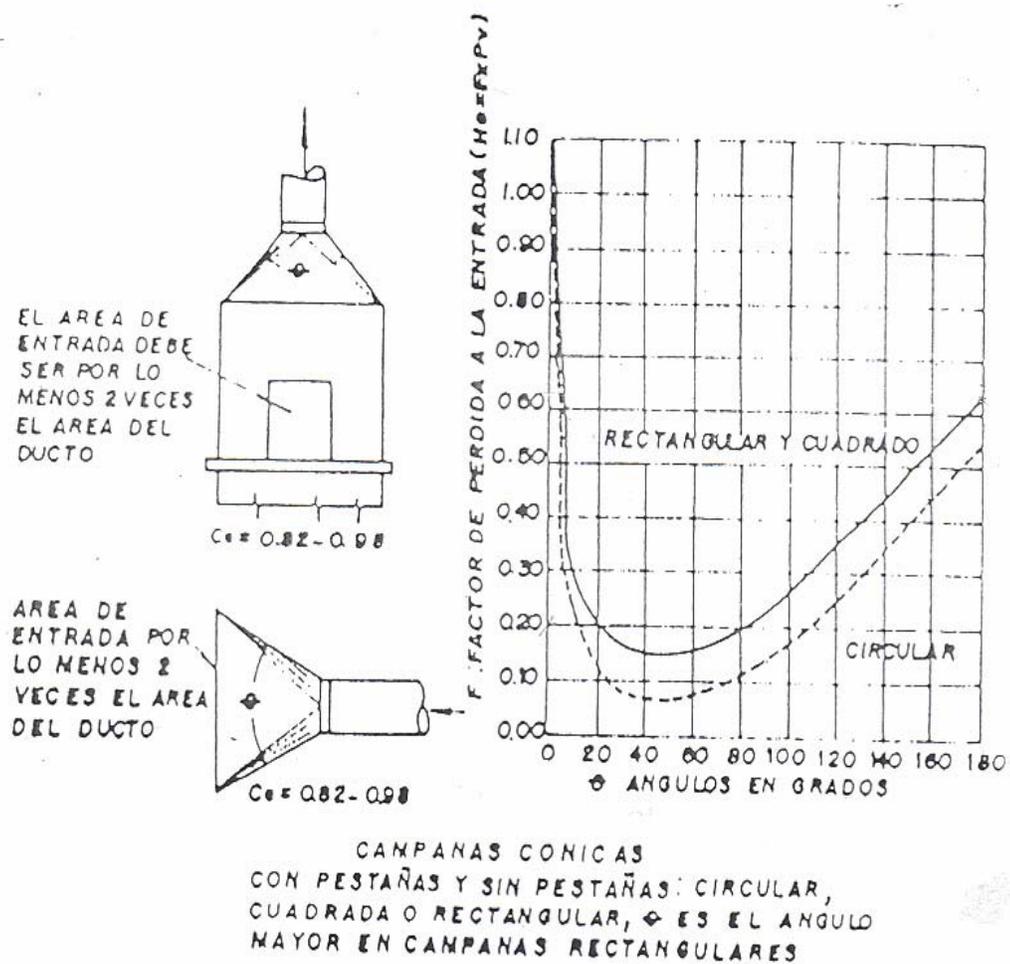
SUPERFICIE Y PESO DE CONDUCTOS RECTANGULARES A. G. - M. L.									
SUPF. M2.	DUCTO A+B	CALIBRES			SUPF. M2	DUCTO A+B	CALIBRES		
		#26	#24	#22			#24	#22	#20
0.101	2"	0.60	0.71	0.86	1.879	37"	13.26	16.12	18.99
0.152	3"	0.84	1.07	1.30	1.930	38"	13.62	16.56	19.51
0.203	4"	1.12	1.43	1.74	1.981	39"	13.98	17.00	20.02
0.254	5"	1.40	1.79	2.18	2.032	40"	14.34	17.44	20.54
0.304	6"	1.68	2.14	2.60	2.082	41"	14.69	17.86	21.04
0.355	7"	1.96	2.50	3.04	2.134	42"	15.06	18.31	21.54
0.406	8"	2.24	2.86	3.48	2.184	43"	15.41	18.74	22.08
0.457	9"	2.53	3.22	3.92	2.235	44"	15.77	19.18	22.59
0.508	10"	2.81	3.58	4.36	2.286	45"	16.13	19.62	23.11
0.558	11"	3.09	3.93	4.78	2.337	46"	16.49	20.05	23.62
0.609	12"	3.37	4.29	5.22	2.388	47"	16.85	20.49	24.14
0.660	13"	3.65	4.65	5.66	2.438	48"	17.21	20.92	24.64
0.711	14"	3.93	5.01	6.10	2.489	49"	17.57	21.36	25.16
0.762	15"	4.22	5.37	6.54	2.540	50"	17.93	21.80	25.66
0.812	16"	4.49	5.73	6.96	2.591	51"	18.29	22.23	26.19
0.863	17"	4.78	6.09	7.40	2.642	52"	18.65	22.67	26.71
0.914	18"	5.06	6.45	7.84	2.692	53"	19.00	23.10	27.21
0.965	19"	5.34	6.81	8.28	2.743	54"	19.36	23.54	27.73
1.016	20"	5.62	7.17	8.72	2.794	55"	19.72	23.98	28.24
1.066	21"	5.90	7.52	9.14	2.845	56"	20.08	24.41	28.76
1.117	22"	6.18	7.88	9.58	2.896	57"	20.44	24.85	29.27
1.168	23"	6.47	8.24	10.02	2.946	58"	20.79	25.28	29.78
1.219	24"	6.75	8.60	10.46	2.997	59"	21.15	25.72	30.29
1.270	25"	7.03	8.96	10.90	3.048	60"	21.51	26.16	30.81
1.320	26"	7.31	9.31	11.32	3.099	61"	21.87	26.59	31.33
1.371	27"	7.59	9.67	11.76	3.150	62"	22.23	27.03	31.84
1.422	28"	7.87	10.03	12.20	3.200	63"	22.59	27.46	32.35
1.473	29"	8.15	10.39	12.64	3.251	64"	22.95	27.90	32.86
1.524	30"	8.44	10.75	13.08	3.302	65"	23.31	28.34	33.38
1.574	31"	8.71	11.11	13.50	3.353	66"	23.67	28.77	33.89
1.625	32"	9.00	11.47	13.94	3.404	67"	24.03	29.21	34.41
1.676	33"	9.28	11.83	14.38	3.454	68"	24.38	29.64	34.91
1.727	34"	9.56	12.19	14.82	3.505	69"	24.74	30.08	35.43
1.773	35"	9.85	12.55	15.26	3.556	70"	25.10	30.52	35.95
1.828	36"	10.12	12.90	15.68	3.607	71"	25.46	30.95	36.46


SUPERFICIE Y PESO DE CONDUCTOS RECTANGULARES A. G. - M. L.

SUPF. M2	DUCTO A B	CALIBRES			SUPF. M2	DUCTO A B	CALIBRES		
		#22	#20	#18			#22	#20	#18
3.658	72"	31.39	36.98	48.13	5.436	107"	46.65	54.95	71.53
3.708	73"	31.82	37.48	48.79	5.486	108"	47.08	55.46	72.19
3.759	74"	32.26	38.00	49.46	5.537	109"	47.52	55.97	72.86
3.810	75"	32.70	38.51	50.13	5.588	110"	47.96	56.49	73.53
3.861	76"	33.13	39.03	50.81	5.639	111"	48.39	57.01	74.20
3.912	77"	33.57	39.55	51.48	5.690	112"	48.83	57.52	74.88
3.962	78"	34.00	40.05	52.13	5.740	113"	49.26	58.03	75.55
4.013	79"	34.44	40.57	52.81	5.791	114"	49.70	58.54	76.20
4.064	80"	34.88	41.08	53.48	5.842	115"	50.14	59.06	76.88
4.115	81"	35.31	41.60	54.15	5.893	116"	50.57	59.57	77.55
4.166	82"	35.75	42.11	54.82	5.944	117"	51.01	60.09	78.22
4.216	83"	36.18	42.62	55.48	5.994	118"	51.44	60.59	78.88
4.267	84"	36.62	43.13	56.15	6.045	119"	51.88	61.11	79.55
4.318	85"	37.06	43.65	56.82	6.096	120"	52.32	61.63	80.22
4.369	86"	37.49	44.17	57.49	6.147	121"	52.75	62.14	80.89
4.420	87"	37.93	44.68	58.16	6.198	122"	53.19	62.66	81.56
4.470	88"	38.36	45.19	58.82	6.248	123"	53.62	63.16	82.22
4.521	89"	38.80	45.70	59.49	6.299	124"	54.06	63.68	82.89
4.572	90"	39.24	46.22	60.16	6.350	125"	54.50	64.19	83.56
4.623	91"	39.67	46.73	60.83	6.401	126"	54.93	64.71	84.23
4.674	92"	40.11	47.25	61.50	6.452	127"	55.37	65.22	84.90
4.724	93"	40.54	47.75	62.16	6.502	128"	55.80	65.73	85.56
4.775	94"	40.98	48.27	62.83	6.553	129"	56.24	66.25	86.23
4.826	95"	41.42	48.79	63.51	6.604	130"	56.68	66.76	86.90
4.877	96"	41.85	49.30	64.18	6.655	131"	57.11	67.28	87.57
4.928	97"	42.29	49.82	64.85	6.706	132"	57.55	67.79	88.25
4.978	98"	42.72	50.32	65.51	6.756	133"	57.98	68.30	88.90
5.029	99"	43.16	50.84	66.18	6.807	134"	58.42	68.81	89.58
5.080	100"	43.46	51.35	66.85	6.858	135"	58.86	69.33	90.25
5.131	101"	44.03	51.87	67.52	6.909	136"	59.29	69.84	90.92
5.182	102"	44.47	52.39	68.19	6.960	137"	59.73	70.36	91.59
5.232	103"	44.90	52.89	68.85	7.010	138"	60.16	70.87	92.25
5.283	104"	45.34	53.41	69.52	7.061	139"	60.60	71.38	92.92
5.334	105"	45.78	53.92	70.19	7.112	140"	61.04	71.90	93.59
5.385	106"	46.21	54.44	70.86	7.163	141"	61.48	72.41	94.26

Fuente: Carrier Air Conditioning Company (1972)

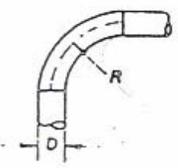
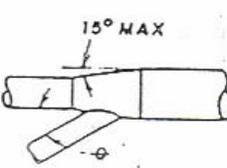
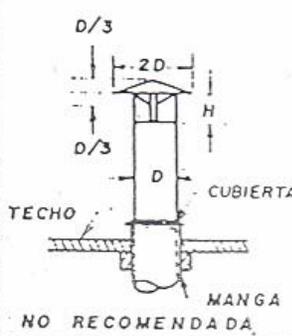
Figura 1: Factor de Pérdida en la Campana



Fuente: Quinchia, R. y Puerta J. (1988)

Figura 2: Resistencia equivalente de los codos y bifurcaciones

FIGURA 3.20 RESISTENCIA EQUIVALENTE EN PIES DE TUBERIA RECTA

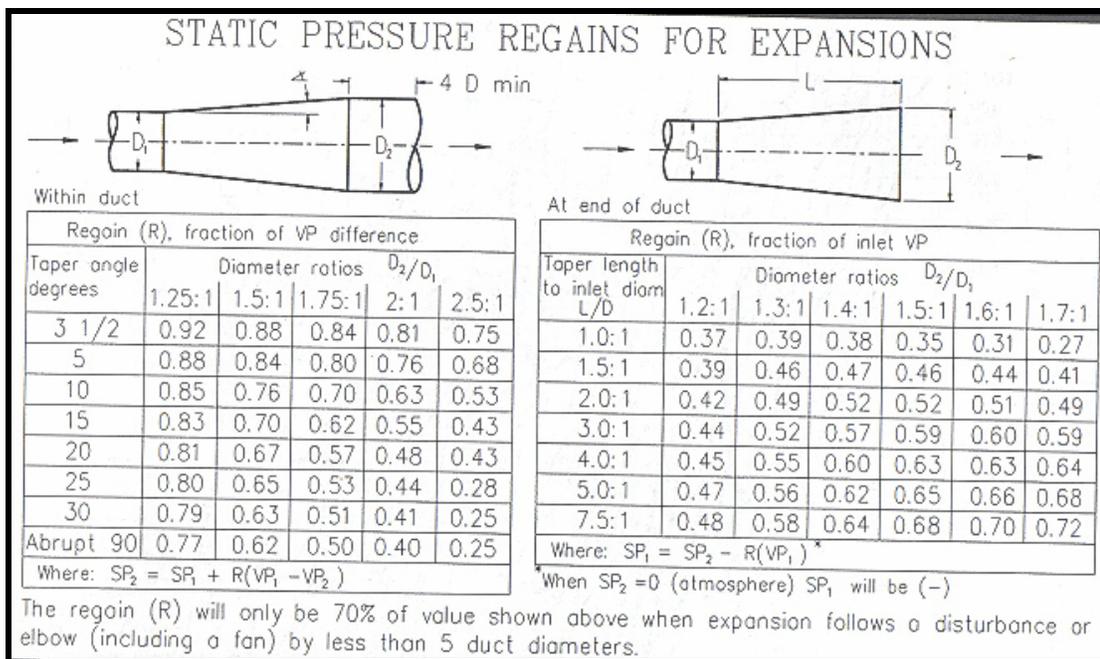




DUCTO D	90° CODO [®] RADIOS DESDE LA LINEA CENTRAL			ANGULO DE ENTRADA		H, No DE DIAMETROS		
	1.5 D	2.0 D	2.5 D	30°	45°	1. D	.75 D	.5 D
	3"	5	3	3	2	3	2	2
4"	6	4	4	3	5	2	3	12
6"	9	6	5	4	6	2	4	16
8"	12	7	6	5	7	3	5	20
10"	15	9	7	6	9	3	6	23
12"	18	10	8	7	11	4	7	26
14"	20	14	11	9	14	5	9	36
16"	25	17	14	11	17	6	11	44
18"	30	21	17	13	21	7	13	53
20"	36	24	20	16	25	9	15	62
24"	41	28	23	18	28	10	18	71
30"	46	32	26	20	32	11	20	80
36"	57	40	32			13	24	92
40"	74	51	41			17	31	126
48"	93	64	52			22	39	159
60"	105	72	59					
72"	130	89	73					

60° CODOS — 0.67 x PERDIDA PARA 90°
 45° CODOS — 0.5 x PERDIDA PARA 90°
 30° CODOS — 0.33 x PERDIDA PARA 90°

Fuente: Quinchia, R. y Puerta J. (1988)

Figura 3: Factor de Recuperación Estática



Fuente : Industrial Ventilation(2001)

APÉNDICE V



Fuente: LOREN COOK COMPANY

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Air Moving and Conditioning Association, SNC.** (1976). (No 201).
Fans and Systems.
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists.** (2001).
Industrial Ventilation A Manual of Recommended Practice.(24th . ed.).
Cincinnati, U.S.A.
- Azuaje, E. y Revete, G.** (1997). *Diseño de un Sistema de Ventilación para un Laboratorio Químico.* Tesis, Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica. Caracas.
- Carrier Air Conditioning Company.** (1972). *Manual de Aire Acondicionado.*
España.
- Cohen, M.** (1999). *Apuntes de Aire Acondicionado. (10 a. ed.).* Caracas, Venezuela.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales.** (1990). (No. 2250-90).
Ventilación en los Lugares de Trabajo.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales.** (1997). (No. 2253).
Concentraciones Ambientales Permisibles de Sustancias Químicas en el Lugar de Trabajo.
- Nevers, N. de** (1997). *Ingeniería de Control de la Contaminación del Aire.*
México.

- Normas Sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones.** (1988). Gaceta Oficial de la República de Venezuela, 4.044 (Extraordinario), Septiembre 8, 1988.
- Flores F.** (2001). *Evaluación de la velocidad de captura, en los sistemas de captación de los laboratorios docentes de química.* Trabajo no publicado. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Fundación MAPFRE.** (1988). *Manual de Higiene Industrial.* Madrid. España.
- La Vasconia C.A.** (1995). *Catálogo de Selección de Campanas de Extracción.*
- Quinchia, R. y Puerta, J.** (1988). *Ventilación Industrial.* Bogotá. Colombia.
- Ramirez, Cesar.** (2002). *Manual de Seguridad Industrial.* México.
- Schaidt Smith, Erich.** (1963). *Anteproyecto de Normas de Ventilación Industrial.* Tesis de Reválida. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química. Caracas, Venezuela.
- THE TRANE COMPANY.** (1992). *Air Conditioning Manual.* Wisconsin, U.S.A.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

http://www.atsdr.cdc.gov/HEC/CSEM/benzene/physiologic_effects.html)

http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_057.htm – 9k

<http://www.fcen.uba.ar/habitat/ventilp2.htm> – 23k

<http://www.segulab.com/ventilacion.htm> – 12k

<http://Especificaciones%20Ventilacion%20Forzada%20I.pdf>

ANEXO I

Hojas de cálculo de la Evaluación

ANEXO II

Planos e Isometrias

ANEXO III
Norma Sanitaria

**NORMA SOBRE VENTILACIÓN ARTIFICIAL O MECÁNICA DEL
MINISTERIO DE SAÑUD Y DESARROLLO SOCIAL, PUBLICADA EN LA
GACETA OFICIAL N° 4044 EXTRAORDINARIA, DE FECHA 8 DE
SEPTIEMBRE DE 1988**

GENERALIDADES

Se considera que un local goza de ventilación natural cuando el área libre para efectos de la ventilación (ventanas, baños abiertos , etc.) no sea menor a un 15% del área del piso, distribuido de manera de garantizar un barrido total del ambiente.

La ventilación artificial o mecánica, de un local se basará en la inyección de aire fresco y no contaminado al interior del local de una edificación, permitiendo la salida del aire viciado al exterior, o bien, en la extracción de aire viciado del local, permitiendo la entrada al mismo, de la cantidad de aire fresco y no contaminado desde el exterior (artículo 64)* .

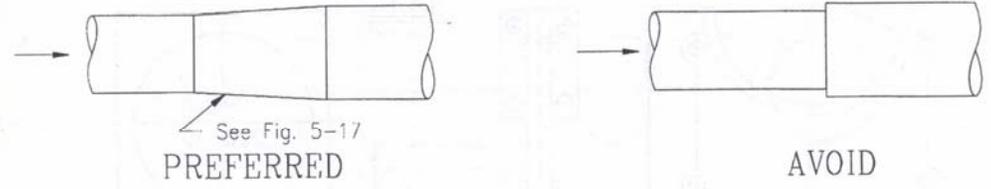
La toma o captura del aire fresco y sin contaminación deberá hacerse en forma directa desde el exterior de la edificación (artículo 70)* , mientras que el aire viciado del sistema de ventilación mecánica, deberá descargarse directamente al exterior de la edificación y en forma que no pueda regresar a la misma, ni afectaren forma alguna a las edificaciones vecinas (artículo 72)* .

Ello significa, que el proyecto de un sistema de ventilación mecánica debe ser realizado de forma tal que la entrada de aire fresco del exterior esté ubicada en lugares opuestos a los sitios por donde se extrae o se expulsa el aire viciado, con el objetivo de evitar la recirculación y que las áreas del local queden sin la adecuada ventilación (artículo 74)* .

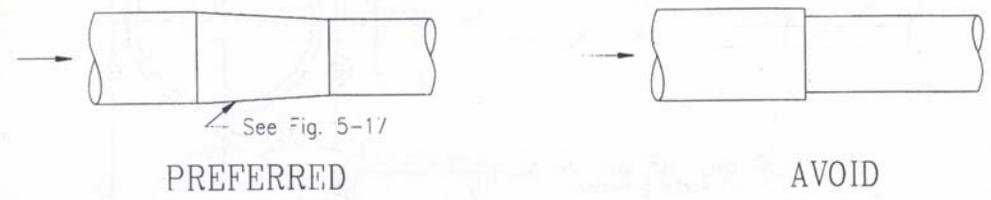
* Artículo citado de la Norma del MSDS

ANEXO V
Varios

DUCT ENLARGEMENTS



DUCT CONTRACTIONS



SYMMETRICAL WYES

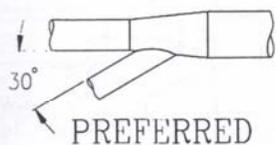


AMERICAN CONFERENCE
OF GOVERNMENTAL
INDUSTRIAL HYGIENISTS

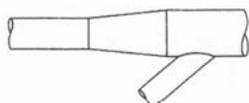
PRINCIPLES OF DUCT DESIGN

DATE 1-95

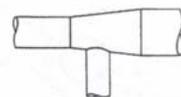
FIGURE 5-28



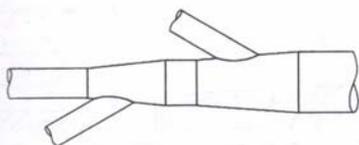
PREFERRED



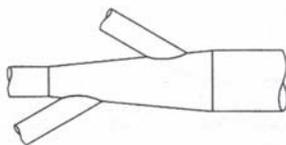
ACCEPTABLE



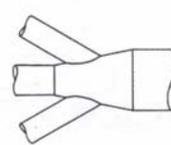
AVOID



PREFERRED

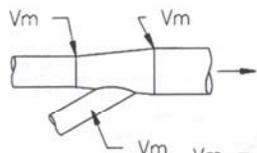


ACCEPTABLE
BRANCH ENTRY



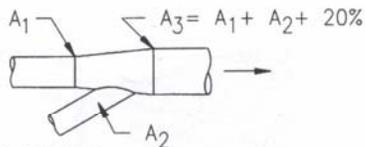
AVOID

Branches should enter at gradual expansions and at an angle of 30° or less (preferred) to 45° if necessary. Expansion should be 15° maximum. See Fig. 5-15 for loss coefficients.



PREFERRED

V_m = Minimum transport velocity
A = Cross section area



AVOID

PROPER DUCT SIZE

Size the duct to maintain the selected or higher transport velocity.

AMERICAN CONFERENCE
OF GOVERNMENTAL
INDUSTRIAL HYGIENISTS

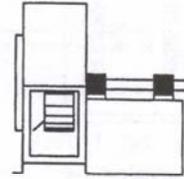
PRINCIPLES OF DUCT DESIGN
BRANCH ENTRY

DATE 1-95

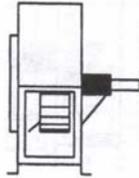
FIGURE 5-29

SW—Single Width DW—Double Width
 SI—Single Inlet DI—Double Inlet

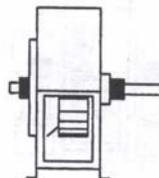
Arrangements 1,3,7 and 8 are also available with bearings mounted on pedestals or base set independent of the fan housing.



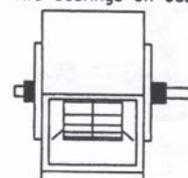
ARR. 1 SWSI For belt drive or direct connection. Impeller overhung. Two bearings on base.



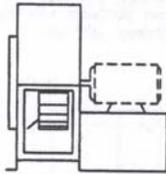
ARR. 2 SWSI For belt drive or direct connection. Impeller overhung. Bearing in bracket supported by fan housing.



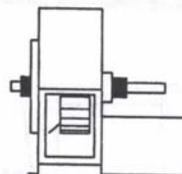
ARR. 3 SWSI For belt drive or direct connection. One bearing on each side and supported by fan housing.



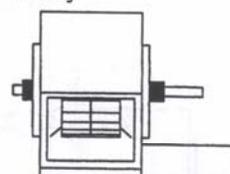
ARR. 3 DWDI For belt drive or direct connection. One bearing on each side and supported by fan housing.



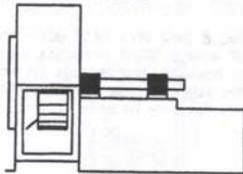
ARR. 4 SWSI For belt drive. Impeller overhung on prime mover shaft. No bearing on fan. Prime mover base mounted or integrally directly connected.



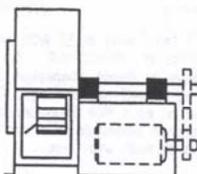
ARR. 7 SWSI For belt drive or direct connection. One bearing on each side and supported by fan housing.



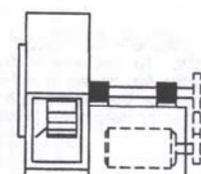
ARR. 7 DWDI For belt drive or direct connection. Arrangement 3 plus base for prime mover.



ARR. 8 SWSI For belt drive or direct connection. Arrangement 1 plus extended base for prime mover.



ARR. 9 SWSI For belt drive. Impeller overhung, two bearings, with prime mover outside base.



ARR. 10 SWSI For belt drive. Impeller overhung, two bearings, with prime mover inside base.

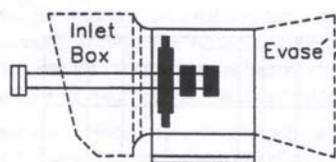
Reprinted from AMCA Publication 99-86, *STANDARDS HANDBOOK*, by permission of the Air Movement and Control Association, Inc.^(6,7)

AMERICAN CONFERENCE
 OF GOVERNMENTAL
 INDUSTRIAL HYGIENISTS

DRIVE ARRANGEMENTS FOR
 FOR CENTRIFUGAL
 FANS

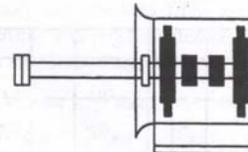
DATE 5-92

FIGURE 6-5a



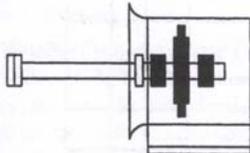
ARR. 1

Inlet box and evase are optional on all arrangements.



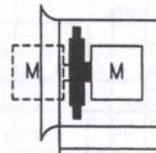
ARR. 1 TWO STAGE

For belt drive or direct connection. Impeller overhung. Two bearings located either upstream or downstream of impeller.



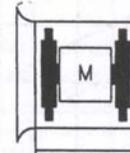
ARR. 3

For belt drive or direct connection. Impeller between bearings that are on internal supports. Drive through inlet.

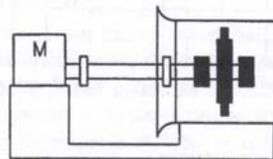


ARR. 4

For direct connection. Impeller overhung on motor shaft. No bearings on fan. Motor on internal supports.

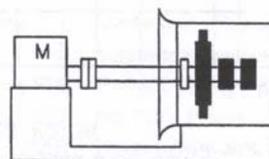


ARR. 4 TWO STAGE



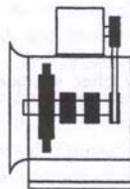
ARR. 7

For belt drive or direct connection. Arr. 3 plus common base for prime mover.



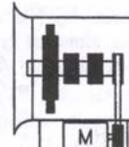
ARR. 8 (1 or 2 stage)

For belt drive or direct connection. Arr. 1 plus common base for prime mover.

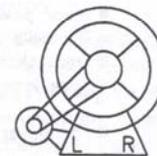


ARR. 9 Motor on Casing

For belt drive. Impeller overhung. Two bearings on internal supports. Motor on casing or on integral base. Drive through belt fairing.



ARR. 9 Motor on Integral Base



NOTE: All fan orientations may be horizontal or vertical.

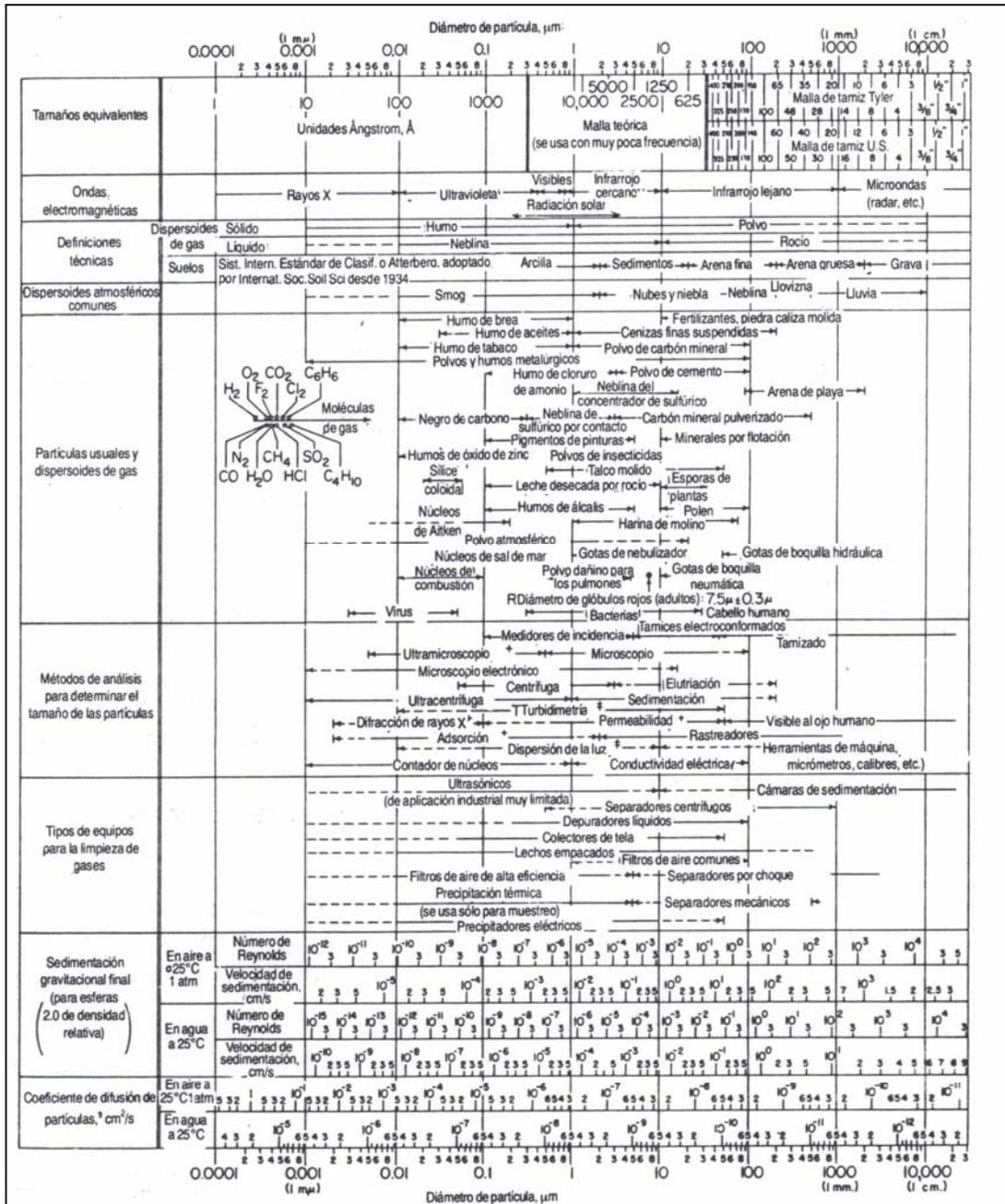
Reprinted from AMCA Publication 99-86 Standards Handbook, by permission of the Air Movement and Control Association Inc. (6.1)

AMERICAN CONFERENCE
OF GOVERNMENTAL
INDUSTRIAL HYGIENISTS

DRIVE ARRANGEMENTS FOR
AXIAL FANS WITH OR WITHOUT
EVASE AND INLET BOX

DATE 11-96

FIGURE 6-5c



* Diámetros moleculares calculados basándose en datos de viscosidad a 0°C
 † Indica el diámetro promedio de partícula, pero no la distribución de tamaño.
 ‡ La distribución de tamaño se puede obtener por calibración especial.
 § Se incluye el factor de Stokes-Cunningham en los valores estipulados para el aire pero no para el agua.

FIG. 20-102 Características de las partículas y dispersoides de partícula. (Por cortesía del Stanford Research Institute, preparada por C.E. Lapple.)

Fecha:	25/07/2005
Hora:	2:15 p.m
Temperatura del aire (°C):	29,1
Altitud (m snm):	914
Revoluciones del motor (rpm)	1776

Prueba N°:	1
Laboratorio:	LAM
Equipo:	Cabina A

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,11	0,25	0,31	0,09	0,09	0,22	0,01	0,11	0,02
	0,19	0,18	0,32	0,04	0,14	0,19	0,04	0,12	0,06
	0,19	0,18	0,36	0,02	0,16	0,18	0,04	0,10	0,07
	0,11	0,20	0,38	0,02	0,16	0,20	0,03	0,08	0,16
	0,07	0,27	0,40	0,05	0,16	0,19	0,02	0,04	0,21
	0,15	0,30	0,42	0,11	0,15	0,19	0,02	0,02	0,20
	0,16	0,29	0,43	0,15	0,14	0,17	0,05	0,01	0,20
	0,17	0,29	0,43	0,15	0,13	0,15	0,06	0,02	0,19
	0,11	0,30	0,41	0,15	0,12	0,16	0,09	0,03	0,15
Promedios	0,134	0,261	0,386	0,093	0,136	0,18	0,044	0,057	0,141

Promedio Total	0,159
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,1591111
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	31,321086

Area de la cara:(cm^2)	11676
área de la cara:(ft^2)	12,56793
Caudal: (pcm)	393,6412

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Desviacion estándar	0,1103075
---------------------	-----------

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,54	0,52	0,41
	0,54	0,51	0,53
	0,53	0,50	0,52
	0,52	0,47	0,51
	0,53	0,46	0,52
	0,55	0,49	0,49
	0,54	0,50	0,50
	0,52	0,51	0,51
	0,51	0,49	0,54
Promedios	0,532	0,494	0,508

Promedio Total	0,511
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:(m/seg)	0,511
Velocidad d Captura me a:(ft/min)	100,65617
Desviación Estándar	0,0295639

Area de la cara:(cm^2)	4170
área de la cara:(ft^2)	4,4885463
Caudal: (pcm)	451,79988

Area del ducto Principal (cm^2)	1800
Area del ducto Principal (ft^2)	1,937502
velocidad de transporte1 (fpm)	233,1868

Fecha:	25/07/2005
Hora:	3:35 p.m
Temperatura del aire (°C):	29,1
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1776

Prueba N°:	2
Laboratorio:	LAM
Equipo:	Cabina B

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,32	0,36	0,43	0,07	0,12	0,40	0,16	0,15	0,19
	0,22	0,34	0,45	0,02	0,13	0,44	0,13	0,18	0,22
	0,29	0,30	0,48	0,01	0,14	0,46	0,11	0,18	0,17
	0,30	0,31	0,44	0,02	0,17	0,41	0,08	0,18	0,13
	0,31	0,32	0,44	0,06	0,18	0,38	0,03	0,15	0,14
	0,31	0,32	0,44	0,07	0,18	0,32	0,01	0,11	0,16
	0,31	0,32	0,45	0,09	0,17	0,28	0,03	0,10	0,18
	0,31	0,34	0,45	0,10	0,17	0,25	0,04	0,11	0,19
	0,32	0,36	0,44	0,20	0,18	0,25	0,03	0,13	0,17
Promedios	0,302	0,333	0,445	0,086	0,163	0,346	0,063	0,143	0,17

Promedio Total	0,228
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:(m/seg)	0,2278889
velocidad de Captura media:(ft/min)	44,860019

Area de la cara:(cm^2)	11676
área de la cara:(ft^2)	12,56793
Caudal:(pcm)	563,79756

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,60	0,56	0,50
	0,63	0,57	0,51
	0,62	0,57	0,52
	0,60	0,56	0,53
	0,58	0,55	0,53
	0,58	0,54	0,53
	0,56	0,60	0,52
	0,56	0,58	0,51
	0,56	0,57	0,51
Promedios	0,586	0,564	0,518

Promedio Total	0,556
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:(m/seg)	0,556
velocidad de Captura m : (ft/min)	109,44882
Desviación Estandar	0,0342002

Area de la cara:(cm^2)	4170
área de la cara:(ft^2)	4,4885463
Caudal:(pcm)	491,26611

Area del ducto Principal (cm^2)	1800
Area del ducto Principal (ft^2)	1,937502
velocidad de transporte2 (fpm)	486,74324

Fecha:	25/07/2005
Hora:	3:55 p.m
Temperatura del aire(°C) :	29,1
Altitud (m snm):	914
Revoluciones del motor (rpm)	1776

Prueba N°:	3
Laboratorio:	LAM
Equipo:	Cabina C

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,35	0,48	0,56	0,19	0,31	0,30	0,15	0,15	0,25
	0,34	0,50	0,57	0,18	0,16	0,48	0,18	0,19	0,19
	0,33	0,49	0,50	0,16	0,16	0,46	0,16	0,21	0,12
	0,31	0,47	0,50	0,17	0,20	0,40	0,12	0,20	0,12
	0,32	0,48	0,52	0,17	0,26	0,27	0,11	0,20	0,16
	0,33	0,49	0,57	0,20	0,27	0,24	0,11	0,16	0,18
	0,34	0,47	0,50	0,19	0,32	0,20	0,11	0,15	0,19
	0,35	0,46	0,57	0,17	0,31	0,18	0,09	0,19	0,25
	0,36	0,45	0,54	0,16	0,28	0,17	0,03	0,18	0,27
Promedios	0,34	0,477	0,536	0,175	0,253	0,287	0,108	0,183	0,199

Promedio Total	0,284
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:(m/seg)	0,2842222
velocidad de Captura media:(ft/min)	55,949258

Area de la cara:(cm^2)	11676
área de la cara:(ft^2)	12,56793
Caudal:(pcm)	703,16634

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,52	0,36	0,86
	0,51	0,45	0,85
	0,51	0,57	0,85
	0,50	0,58	0,85
	0,49	0,61	0,85
	0,49	0,63	0,87
	0,50	0,61	0,86
	0,50	0,58	0,85
	0,49	0,56	0,85
Promedios	0,498	0,55	0,855

Promedio Total	0,634
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:(m/seg)	0,634
velocidad de Captura m : (ft/min)	124,86877
Desviación Estandar	0,1669335

Area de la cara:(cm^2)	4170
área de la cara:(ft^2)	4,4885463
Caudal: (pcm)	560,47926

Area del ducto Principal (cm^2)	1800
Area del ducto Principal (ft^2)	1,937502
velocidad de transporte final (fpm)	776,02255

Fecha:	26/07/2005
Hora:	11:45 a.m
Temperatura del aire (° C) :	25,3
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1761

Prueba N°:	1
Laboratorio:	LAI
Equipo:	Cabina A

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,06	0,11	0,05	0,19	0,18	0,06	0,20	0,21	0,13
	0,12	0,09	0,07	0,21	0,18	0,02	0,22	0,22	0,11
	0,05	0,07	0,07	0,21	0,18	0,02	0,23	0,26	0,10
	0,04	0,06	0,09	0,20	0,19	0,01	0,24	0,27	0,09
	0,05	0,08	0,14	0,22	0,19	0,02	0,25	0,26	0,10
	0,09	0,11	0,16	0,25	0,19	0,04	0,28	0,27	0,08
	0,12	0,14	0,18	0,23	0,19	0,06	0,29	0,28	0,13
	0,11	0,15	0,22	0,22	0,20	0,07	0,30	0,31	0,14
	0,11	0,13	0,22	0,20	0,20	0,04	0,31	0,31	0,20
Promedios	0,087	0,104	0,143	0,212	0,19	0,039	0,263	0,268	0,127

Promedio Total	0,159
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,1592222
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	31,342958

Area de la cara:	6636
área de la cara:(ft^2)	7,142924
Caudal: (pcm)	223,88037

Desviación estándar	0,0829001
---------------------	-----------

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,38	0,45	0,35
	0,44	0,45	0,34
	0,45	0,42	0,35
	0,44	0,41	0,39
	0,41	0,41	0,38
	0,40	0,41	0,38
	0,38	0,42	0,40
	0,39	0,42	0,43
	0,40	0,42	0,43
Promedios	0,412	0,424	0,383

Promedio Total	0,406
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,406
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	79,986879
Desviación Estandar	0,0298829

Area de la cara:	2370
área de la cara:(ft^2)	2,5510443
Caudal: (pcm)	204,05007

Area del ducto Principal (cm^2)	900
Area del ducto Principal (ft^2)	0,968751
Velocidad de transporte 1 (fpm)	210,63212

Fecha:	26/07/2005
Hora:	12:05 a.m
Temperatura del aire:	25,5
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1761

Prueba N°:	2
Laboratorio:	LAI
Equipo:	Cabina B

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,11	0,07	0,06	0,21	0,19	0,13	0,29	0,17	0,21
	0,12	0,04	0,06	0,19	0,15	0,17	0,26	0,18	0,13
	0,14	0,08	0,04	0,17	0,10	0,19	0,23	0,19	0,16
	0,14	0,04	0,05	0,16	0,07	0,20	0,13	0,17	0,17
	0,11	0,01	0,05	0,14	0,12	0,19	0,17	0,16	0,21
	0,09	0,01	0,07	0,14	0,21	0,20	0,15	0,17	0,22
	0,11	0,01	0,07	0,13	0,26	0,17	0,13	0,20	0,22
	0,09	0,01	0,06	0,14	0,27	0,14	0,12	0,20	0,23
	0,07	0,01	0,04	0,13	0,24	0,08	0,11	0,17	0,20
Promedios	0,103	0,029	0,051	0,155	0,184	0,154	0,17	0,179	0,188

Promedio Total	0,135
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,1347778
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	26,531059

Area de la cara:	6636
área de la cara: (ft^2)	7,142924
Caudal: (pcm)	189,50934

Desviación estándar	0,0692695
---------------------	-----------

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,40	0,47	0,38
	0,43	0,44	0,41
	0,42	0,43	0,42
	0,41	0,42	0,40
	0,40	0,42	0,38
	0,39	0,46	0,37
	0,40	0,47	0,36
	0,44	0,46	0,38
	0,48	0,43	0,39
Promedios	0,423	0,442	0,39

Promedio Total	0,418
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,418
Velocidad d Captura me a:(ft/min)	82,349084
Desviación Estandar	0,0316319

Area de la cara:	2370
área de la cara: (ft^2)	2,5510443
Caudal: (pcm)	210,07616

Area del ducto Principal (cm^2)	900
Area del ducto Principal (ft^2)	0,968751
Velocidad de transporte 2 (fpm)	427,4847

Fecha:	26/07/2005
Hora:	12:40 a.m
Temperatura del aire (° C) :	26
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1761

Prueba N°:	3
Laboratorio:	LAI
Equipo:	Cabina C

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,24	0,18	0,15	0,15	0,19	0,18	0,20	0,16	0,33
	0,22	0,15	0,16	0,15	0,19	0,20	0,26	0,18	0,33
	0,18	0,16	0,20	0,17	0,20	0,25	0,24	0,19	0,31
	0,14	0,21	0,26	0,15	0,21	0,26	0,25	0,20	0,30
	0,21	0,19	0,22	0,14	0,21	0,22	0,21	0,21	0,28
	0,23	0,16	0,15	0,15	0,22	0,21	0,23	0,21	0,25
	0,15	0,17	0,10	0,19	0,23	0,23	0,16	0,21	0,20
	0,14	0,18	0,19	0,20	0,24	0,22	0,18	0,22	0,18
	0,13	0,19	0,22	0,19	0,24	0,20	0,22	0,23	0,14
Promedios	0,181	0,175	0,186	0,167	0,218	0,216	0,218	0,204	0,245

Promedio Total	0,201
----------------	-------

N° de medidas:	
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,2011111
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	39,588803

Area de la cara:	4977
área de la cara: (ft^2)	5,357193
Caudal: (pcm)	212,08486

Desviación estándar	0,0437676
---------------------	-----------

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,34	0,42	0,38
	0,33	0,40	0,37
	0,34	0,40	0,36
	0,35	0,40	0,37
	0,36	0,41	0,37
	0,37	0,41	0,37
	0,37	0,40	0,36
	0,36	0,40	0,36
	0,36	0,39	0,36
Promedios	0,354	0,403	0,366

Promedio Total	0,374
----------------	-------

N° de medidas:	
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,374
Velocidad d Captura me a:(ft/min)	73,687666
Desviación Estandar	0,0232947

Area de la cara:	2370
área de la cara: (ft^2)	2,5510443
Caudal: (pcm)	187,9805

Area del ducto Principal (cm^2)	900
Area del ducto Principal (ft^2)	0,968751
Velocidad de transporte final (fpm)	621,52889

Fecha:	01/08/2005
Hora:	2:00 p.m
Temperatura del aire (°C):	26,1
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1774

Prueba N°:	1
Laboratorio:	LAQC
Equipo:	Cabina A

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,27	0,29	0,21	0,10	0,18	0,03	0,36	0,14	0,15
	0,24	0,27	0,23	0,11	0,19	0,11	0,38	0,19	0,16
	0,17	0,26	0,26	0,15	0,18	0,13	0,35	0,23	0,10
	0,16	0,27	0,26	0,22	0,17	0,16	0,35	0,25	0,11
	0,18	0,29	0,24	0,25	0,15	0,22	0,35	0,27	0,12
	0,24	0,29	0,20	0,27	0,13	0,24	0,36	0,24	0,10
	0,24	0,30	0,19	0,26	0,13	0,26	0,30	0,21	0,07
	0,25	0,29	0,20	0,22	0,14	0,17	0,28	0,15	0,04
	0,24	0,29	0,24	0,19	0,16	0,16	0,25	0,12	0,03
Promedios	0,222	0,285	0,229	0,193	0,161	0,165	0,319	0,186	0,092

Promedio Total	0,206
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media: (m/seg)	0,2057778
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	40,507438

Area de la cara: (cm ²)	6636
área de la cara: (ft ²)	7,142924
Caudal: (pcm)	289,34155

Desviación estándar	0,0791667
---------------------	-----------

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,48	0,33	0,41
	0,50	0,40	0,43
	0,51	0,41	0,43
	0,51	0,45	0,44
	0,50	0,47	0,46
	0,51	0,50	0,49
	0,50	0,51	0,49
	0,49	0,52	0,50
	0,49	0,50	0,50
Promedios	0,499	0,458	0,464

Promedio Total	0,474
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,474
Velocidad d Captura me a: (ft/min)	93,241473
Desviación Estándar	0,0433497

Area de la cara:	2370
área de la cara: (ft ²)	2,5510443
Caudal: (pcm)	237,86313

Area del ducto Principal (cm ²)	2132
Area del ducto Principal (ft ²)	2,2948635
velocidad de transporte 1 (fpm)	103,65023

Fecha:	01/08/2005
Hora:	2:10 p.m
Temperatura del aire (°C):	25,9
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1774

Prueba N°:	2
Laboratorio:	LAQC
Equipo:	Cabina B

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,01	0,16	0,11	0,15	0,24	0,14	0,17	0,11	0,20
	0,03	0,11	0,13	0,15	0,25	0,13	0,18	0,13	0,22
	0,08	0,08	0,12	0,16	0,26	0,15	0,18	0,12	0,21
	0,12	0,09	0,10	0,16	0,25	0,17	0,17	0,14	0,20
	0,11	0,12	0,09	0,14	0,23	0,19	0,18	0,16	0,19
	0,08	0,14	0,07	0,13	0,21	0,18	0,18	0,16	0,19
	0,05	0,16	0,05	0,11	0,19	0,14	0,18	0,17	0,19
	0,04	0,16	0,03	0,11	0,19	0,14	0,17	0,17	0,20
	0,05	0,15	0,02	0,12	0,19	0,15	0,18	0,20	0,19
Promedios	0,063	0,133	0,075	0,136	0,219	0,155	0,178	0,158	0,196

Promedio Total	0,146
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media: (m/seg)	0,1458889
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	28,718286

Area de la cara: (cm^2)	6636
área de la cara: (ft^2)	7,142924
Caudal: (pcm)	205,13254

Desviación estándar	0,0555644
---------------------	-----------

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,41	0,39	0,42
	0,42	0,38	0,42
	0,42	0,39	0,42
	0,42	0,40	0,42
	0,41	0,39	0,44
	0,41	0,38	0,43
	0,41	0,38	0,42
	0,40	0,38	0,41
	0,40	0,38	0,40
Promedios	0,411	0,384	0,417

Promedio Total	0,404
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,404
Velocidad d Captura me a: (ft/min)	79,527562
Desviación Estándar	0,0177337

Area de la cara:	2370
área de la cara: (ft^2)	2,5510443
Caudal: (pcm)	202,87833

Area del ducto Principal (cm^2)	2132
Area del ducto Principal (ft^2)	2,2948635
velocidad de transporte2 (fpm)	192,05563

Fecha:	01/08/2005
Hora:	2:30 p.m.
Temperatura del aire (°C):	25,3
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1774

Prueba N°:	3
Laboratorio:	LAQC
Equipo:	Cabina C

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,17	0,23	0,19	0,16	0,15	0,22	0,18	0,11	0,14
	0,18	0,24	0,18	0,16	0,16	0,23	0,15	0,13	0,15
	0,21	0,24	0,19	0,16	0,17	0,21	0,15	0,18	0,15
	0,26	0,24	0,20	0,15	0,18	0,19	0,15	0,19	0,15
	0,26	0,23	0,23	0,15	0,17	0,18	0,16	0,20	0,15
	0,26	0,23	0,23	0,16	0,18	0,16	0,18	0,21	0,13
	0,25	0,24	0,22	0,17	0,15	0,16	0,18	0,20	0,11
	0,25	0,24	0,24	0,17	0,15	0,17	0,18	0,20	0,09
	0,27	0,23	0,26	0,17	0,15	0,18	0,17	0,19	0,07
0,30	0,22	0,29	0,18	0,15	0,18	0,16	0,19	0,08	
Promedios	0,241	0,234	0,223	0,163	0,161	0,188	0,166	0,18	0,122

Promedio Total	0,186
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media: (m/seg)	0,1864444
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	36,701663

Area de la cara: (cm ²)	6636
área de la cara: (ft ²)	7,142924
Caudal: (pcm)	262,15719

Desviación estándar	0,0448045
---------------------	-----------

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,50	0,47	0,54
	0,51	0,47	0,53
	0,51	0,47	0,52
	0,50	0,49	0,51
	0,49	0,51	0,51
	0,49	0,51	0,52
	0,48	0,50	0,52
	0,49	0,49	0,52
	0,49	0,48	0,53
0,49	0,48	0,53	
Promedios	0,495	0,487	0,523

Promedio Total	0,502
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,502
Velocidad d Captura me a: (ft/min)	98,753284
Desviación Estándar	0,0194906

Area de la cara:	2370
área de la cara: (ft ²)	2,5510443
Caudal: (pcm)	251,924

Area del ducto Principal (cm ²)	2132
Area del ducto Principal (ft ²)	2,2948635
Velocidad de transporte 3 (fpm)	301,83297

Fecha:	01/02/2005
Hora:	2:55 p.m.
Temperatura del aire(°C):	26
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1774

Prueba N°:	4
Laboratorio:	LAQC
Equipo:	Cabina D

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,30	0,27	0,27	0,17	0,15	0,16	0,11	0,18	0,21
	0,28	0,26	0,28	0,16	0,16	0,16	0,14	0,16	0,20
	0,26	0,24	0,27	0,16	0,16	0,15	0,16	0,12	0,20
	0,25	0,23	0,26	0,19	0,16	0,19	0,18	0,11	0,19
	0,23	0,21	0,25	0,20	0,16	0,17	0,14	0,14	0,20
	0,24	0,20	0,24	0,24	0,17	0,20	0,13	0,15	0,19
	0,22	0,21	0,24	0,23	0,18	0,20	0,14	0,16	0,21
	0,23	0,15	0,24	0,22	0,21	0,20	0,15	0,15	0,16
	0,25	0,16	0,23	0,22	0,25	0,19	0,17	0,14	0,15
	0,19	0,17	0,23	0,21	0,24	0,19	0,17	0,13	0,16
Promedios	0,245	0,21	0,251	0,2	0,184	0,181	0,149	0,144	0,187

Promedio Total	0,195
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:(m/seg)	0,1945556
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	38,298339

Area de la cara:(cm^2)	6636
área de la cara:(ft^2)	7,142924
Caudal:(pcm)	273,56213

Desviación estándar	0,0439141
---------------------	-----------

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,53	0,38	0,53
	0,52	0,47	0,54
	0,51	0,47	0,51
	0,49	0,48	0,48
	0,48	0,50	0,47
	0,49	0,52	0,48
	0,50	0,53	0,47
	0,50	0,51	0,46
	0,48	0,51	0,46
	0,49	0,51	0,46
Promedios	0,499	0,488	0,486

Promedio Total	0,491
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,491
Velocidad d Captura me a:(ft/min)	96,653546
Desviación Estándar	0,0312222

Area de la cara:	2370
área de la cara:(ft^2)	2,5510443
Caudal:(pcm)	246,56748

Area del ducto Principal (cm^2)	2132
Area del ducto Principal (ft^2)	2,2948635
velocidad de transporte4 (fpm)	409,27617

Fecha:	01/08/2005
Hora:	3:05 p.m
Temperatura del aire (°C):	26,2
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1776

Prueba N°:	5
Laboratorio:	LAQC
Equipo:	Cabina E

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,19	0,21	0,22	0,12	0,17	0,20	0,16	0,16	0,11
	0,22	0,20	0,22	0,14	0,17	0,19	0,12	0,18	0,04
	0,21	0,22	0,23	0,15	0,18	0,15	0,07	0,19	0,05
	0,20	0,24	0,25	0,17	0,17	0,12	0,09	0,17	0,16
	0,18	0,27	0,26	0,22	0,17	0,11	0,21	0,14	0,17
	0,20	0,26	0,27	0,29	0,19	0,13	0,32	0,09	0,14
	0,24	0,24	0,28	0,29	0,20	0,18	0,34	0,11	0,11
	0,25	0,23	0,29	0,28	0,20	0,21	0,25	0,12	0,08
	0,25	0,22	0,28	0,24	0,19	0,22	0,21	0,18	0,07
Promedios	0,219	0,231	0,256	0,209	0,183	0,173	0,196	0,151	0,109

Promedio Total	0,192
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media: (m/seg)	0,1918889
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	37,773405

Area de la cara: (cm ²)	6636
área de la cara: (ft ²)	7,142924
Caudal: (pcm)	269,81256

Desviación estándar	0,0611297
---------------------	-----------

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,44	0,50	0,48
	0,44	0,55	0,49
	0,45	0,57	0,47
	0,45	0,56	0,46
	0,46	0,53	0,45
	0,49	0,51	0,46
	0,50	0,47	0,46
	0,54	0,46	0,47
	0,52	0,47	0,48
Promedios	0,477	0,511	0,471

Promedio Total	0,486
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,486
Velocidad d Captura me a: (ft/min)	95,734911
Desviación Estándar	0,0353781

Area de la cara:	2370
área de la cara: (ft ²)	2,5510443
Caudal: (pcm)	244,224

Area del ducto Principal (cm ²)	2132
Area del ducto Principal (ft ²)	2,2948635
Velocidad de transporte final (fpm)	515,69819

Fecha:	01/08/2005
Hora:	3:40 p.m
Temperatura del aire (°C):	26,6
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1723

Prueba N°:	6
Laboratorio:	LAQC 2
Equipo:	Cabina F

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,81	0,89	0,82	0,56	0,52	0,48	0,56	0,41	0,46
	0,72	0,93	0,94	0,54	0,63	0,51	0,58	0,53	0,49
	0,73	0,91	0,93	0,62	0,71	0,53	0,60	0,60	0,52
	0,75	0,90	0,92	0,64	0,62	0,52	0,63	0,62	0,55
	0,78	0,92	0,90	0,67	0,50	0,51	0,66	0,65	0,56
	0,87	0,96	0,89	0,68	0,47	0,52	0,66	0,63	0,55
	0,90	0,96	0,91	0,72	0,43	0,51	0,64	0,63	0,54
	0,91	0,98	0,93	0,73	0,49	0,50	0,61	0,65	0,55
	0,91	0,99	0,96	0,73	0,48	0,49	0,58	0,60	0,56
Promedios	0,831	0,941	0,918	0,66	0,532	0,504	0,608	0,583	0,535

Promedio Total	0,679
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:(m/seg)	0,67911111
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	133,68329

Area de la cara:(cm^2)	5925
área de la cara:(ft^2)	6,3776108
Caudal: (pcm)	852,58001

Desviación estándar	0,1725593
---------------------	-----------

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	1,41	1,33	1,27
	1,42	1,35	1,29
	1,43	1,33	1,29
	1,42	1,32	1,28
	1,41	1,31	1,28
	1,42	1,30	1,27
	1,44	1,30	1,28
	1,44	1,31	1,30
	1,43	1,30	1,32
	1,44	1,31	1,31
Promedios	1,426	1,316	1,289

Promedio Total	1,344
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	1,344
Velocidad d Captura me a:(ft/min)	264,50132
Desviación Estándar	0,0620057

Area de la cara:	2370
área de la cara: (ft^2)	2,5510443
Caudal: (pcm)	674,75459

Area del ducto Principal (cm^2)	600
Area del ducto Principal (ft^2)	0,645834
velocidad de transporte (fpm)	1044,7802

Fecha:	27/07/2005
Hora:	9:20 a.m
Temperatura del aire (°C):	26,2
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1725

Prueba N°:	1
Laboratorio:	LB 1
Equipo:	Cabina A

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,63	0,76	0,81	0,63	0,54	0,56	0,70	0,66	0,69
	0,68	0,72	0,80	0,66	0,57	0,52	0,76	0,67	0,67
	0,72	0,71	0,81	0,65	0,56	0,60	0,75	0,68	0,70
	0,78	0,71	0,77	0,66	0,54	0,62	0,74	0,68	0,70
	0,79	0,70	0,78	0,66	0,56	0,66	0,73	0,67	0,71
	0,77	0,70	0,78	0,70	0,58	0,66	0,72	0,68	0,72
	0,74	0,70	0,78	0,68	0,61	0,66	0,72	0,68	0,73
	0,71	0,69	0,78	0,67	0,61	0,66	0,71	0,67	0,72
	0,70	0,69	0,75	0,68	0,59	0,65	0,70	0,67	0,73
Promedios	0,723	0,708	0,783	0,67	0,567	0,622	0,723	0,674	0,709

Promedio Total	0,687
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:(m/seg)	0,6865556
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	135,14874

Area de la cara:(cm^2)	5293
área de la cara: (ft^2)	5,6973323
Caudal: (pcm)	769,98725

Desviación estándar	0,0662166
---------------------	-----------

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	1,52	1,43	1,36
	1,48	1,42	1,36
	1,45	1,43	1,36
	1,45	1,36	1,37
	1,44	1,34	1,37
	1,45	1,35	1,36
	1,45	1,36	1,38
	1,46	1,37	1,40
	1,45	1,36	1,45
Promedios	1,459	1,378	1,386

Promedio Total	1,408
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:(m/seg)	1,408
Velocidad d Captura me a:(ft/min)	277,09975
Desviación Estandar	0,0482582

Area de la cara:(cm^2)	2370
área de la cara: (ft^2)	2,5510443
Caudal: (pcm)	706,89373

Area del ducto Principal (cm^2)	900
Area del ducto Principal (ft^2)	0,968751
Velocidad de Transporte final (fpm)	729,696

Fecha:	27/07/2005
Hora:	10:10 a.m
Temperatura del aire (°C):	26,9
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1779

Prueba N°:	2
Laboratorio:	LB 2
Equipo:	Cabina A

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,13	0,25	0,26	0,22	0,15	0,21	0,09	0,19	0,23
	0,12	0,25	0,26	0,22	0,14	0,17	0,12	0,18	0,19
	0,13	0,25	0,26	0,22	0,13	0,16	0,14	0,17	0,18
	0,14	0,25	0,25	0,21	0,13	0,16	0,13	0,17	0,18
	0,19	0,24	0,26	0,20	0,13	0,16	0,12	0,17	0,17
	0,20	0,24	0,26	0,17	0,13	0,15	0,12	0,17	0,17
	0,23	0,23	0,24	0,17	0,14	0,16	0,13	0,16	0,16
	0,22	0,24	0,22	0,17	0,14	0,16	0,14	0,16	0,16
	0,23	0,24	0,23	0,17	0,15	0,16	0,17	0,17	0,15
Promedios	0,183	0,243	0,248	0,193	0,14	0,166	0,134	0,173	0,174

Promedio Total	0,184
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:(m/seg)	0,1837778
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	36,176729

Area de la cara:(cm^2)	6636
área de la cara: (ft^2)	7,142924
Caudal: (pcm)	258,40763

Desviación estándar	0,043694
---------------------	----------

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,48	0,47	0,47
	0,49	0,45	0,47
	0,49	0,46	0,47
	0,50	0,46	0,48
	0,50	0,47	0,49
	0,51	0,46	0,49
	0,50	0,46	0,49
	0,50	0,46	0,49
	0,50	0,46	0,50
Promedios	0,496	0,461	0,484

Promedio Total	0,480
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:(m/seg)	0,480
Velocidad d Captura me a:(ft/min)	94,553809
Desviación Estandar	0,0169143

Area de la cara:(cm^2)	2370
área de la cara: (ft^2)	2,5510443
Caudal: (pcm)	241,21095

Area del ducto Principal (cm^2)	600
Area del ducto Principal (ft^2)	0,645834
Velocidad de Transporte final (fpm)	373,48754

Fecha:	05/08/2005
Hora:	9:40 AM
Temperatura del aire:	26,3°C
Altitud (m snm)	914

Prueba N°:	1
Laboratorio:	LGTI
Equipo:	Cabina A

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,03	0,05	0,11	0,13	0,06	0,07	0,01	0,09	0,13
	0,05	0,06	0,12	0,14	0,09	0,10	0,02	0,05	0,11
	0,07	0,08	0,11	0,15	0,10	0,11	0,03	0,02	0,08
	0,09	0,09	0,10	0,16	0,08	0,12	0,04	0,01	0,05
	0,12	0,11	0,15	0,17	0,06	0,14	0,05	0,02	0,02
	0,15	0,10	0,16	0,15	0,05	0,16	0,04	0,03	0,01
	0,13	0,12	0,18	0,13	0,04	0,15	0,03	0,02	0,01
	0,11	0,11	0,19	0,11	0,05	0,13	0,05	0,01	0,01
	0,07	0,12	0,20	0,08	0,05	0,16	0,06	0,04	0,00
Promedios	0,086	0,095	0,153	0,127	0,064	0,121	0,037	0,035	0,043

Promedio Total	0,085
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media: (m/seg)	0,0845556
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	16,644795

Area de la cara: (cm ²)	7412
área de la cara: (ft ²)	7,9782027
Caudal: (pcm)	132,79555

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,16	0,19	0,21
	0,19	0,18	0,19
	0,20	0,17	0,18
	0,21	0,19	0,19
	0,24	0,21	0,18
	0,23	0,26	0,17
	0,21	0,25	0,18
	0,19	0,24	0,19
	0,15	0,23	0,20
Promedios	0,2	0,213	0,19

Promedio Total	0,201
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,201
Velocidad d Captura me a: (ft/min)	39,56693
Desviación Estándar	0,026438

Area de la cara:	3270
área de la cara: (ft ²)	3,5197953
Caudal: (pcm)	139,2675

Area del ducto Principal (cm ²)	444
Area del ducto Principal (ft ²)	0,4779172
velocidad de transporte1 (fpm)	291,4051

Fecha:	05/08/2005
Hora:	10:00 AM
Temperatura del aire:	26,3°C
Altitud (m snm)	914

Prueba N°:	2
Laboratorio:	LGTI
Equipo:	Cabina B

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,03	0,17	0,11	0,13	0,10	0,09	0,18	0,13	0,04
	0,06	0,18	0,08	0,12	0,13	0,08	0,17	0,12	0,05
	0,12	0,19	0,06	0,12	0,14	0,10	0,15	0,11	0,06
	0,16	0,20	0,04	0,11	0,16	0,10	0,13	0,09	0,04
	0,19	0,21	0,08	0,10	0,17	0,09	0,12	0,09	0,03
	0,20	0,20	0,11	0,09	0,18	0,10	0,11	0,11	0,05
	0,21	0,19	0,13	0,10	0,19	0,11	0,13	0,13	0,03
	0,22	0,15	0,15	0,09	0,20	0,10	0,14	0,12	0,02
	0,21	0,13	0,16	0,10	0,19	0,11	0,15	0,10	0,02
Promedios	0,16	0,175	0,107	0,107	0,163	0,1	0,142	0,108	0,039

Promedio Total	0,122
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:(m/seg)	0,1223333
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	24,081366

Area de la cara:(cm^2)	9156
área de la cara:(ft^2)	9,8554268
Caudal: (pcm)	237,33214

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,27	0,27	0,29
	0,26	0,25	0,30
	0,26	0,25	0,32
	0,27	0,26	0,34
	0,27	0,29	0,36
	0,28	0,31	0,34
	0,27	0,32	0,32
	0,26	0,34	0,30
	0,26	0,39	0,26
	0,27	0,42	0,26
Promedios	0,267	0,31	0,309

Promedio Total	0,295
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,295
Velocidad d Captura me a:(ft/min)	58,136485
Desviación Estándar	0,0430504

Area de la cara:	3270
área de la cara: (ft^2)	3,5197953
Caudal: (pcm)	204,62853

Area del ducto Principal (cm^2)	444
Area del ducto Principal (ft^2)	0,4779172
velocidad de transporte2 (ppm)	719,57245

Fecha:	05/08/2005
Hora:	10:45 AM
Temperatura del aire:	26,3°C
Altitud (m snm)	914

Prueba N°:	3
Laboratorio:	LGTI
Equipo:	Cabina C

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,20	0,26	0,18	0,18	0,19	0,20	0,18	0,12	0,12
	0,19	0,26	0,14	0,22	0,20	0,21	0,16	0,17	0,14
	0,18	0,25	0,11	0,20	0,19	0,20	0,14	0,19	0,16
	0,16	0,24	0,12	0,19	0,20	0,19	0,13	0,21	0,17
	0,17	0,23	0,15	0,21	0,21	0,20	0,09	0,23	0,18
	0,18	0,22	0,17	0,23	0,22	0,19	0,12	0,21	0,19
	0,19	0,21	0,18	0,26	0,23	0,18	0,14	0,19	0,20
	0,21	0,22	0,20	0,27	0,24	0,19	0,15	0,17	0,19
	0,19	0,22	0,22	0,28	0,25	0,20	0,13	0,16	0,18
Promedios	0,182	0,232	0,17	0,231	0,219	0,197	0,132	0,182	0,17

Promedio Total	0,191
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media: (m/seg)	0,1905556
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	37,510937

Area de la cara: (cm ²)	9156
área de la cara: (ft ²)	9,8554268
Caudal: (pcm)	369,6863

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,39	0,48	0,54
	0,44	0,49	0,53
	0,49	0,50	0,50
	0,51	0,49	0,51
	0,52	0,48	0,52
	0,50	0,47	0,54
	0,49	0,48	0,58
	0,48	0,50	0,59
	0,47	0,51	0,56
Promedios	0,475	0,492	0,541

Promedio Total	0,503
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,503
Velocidad d Captura me a: (ft/min)	98,950134
Desviación Estándar	0,0399079

Area de la cara:	3270
área de la cara: (ft ²)	3,5197953
Caudal: (pcm)	348,28422

Area del ducto Principal (cm ²)	444
Area del ducto Principal (ft ²)	0,4779172
velocidad de trasnporte final (fpm)	1448,3268

Fecha:	04/08/2005
Hora:	9:15 a.m
Temperatura del aire:	35,8°C
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1770

Prueba N°:	1
Laboratorio:	LMO
Equipo:	Cabina A

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,65	0,58	0,62	0,30	0,30	0,30	0,36	0,34	0,21
	0,64	0,55	0,61	0,31	0,33	0,33	0,32	0,32	0,23
	0,63	0,51	0,62	0,32	0,35	0,38	0,27	0,31	0,26
	0,62	0,50	0,63	0,34	0,36	0,40	0,24	0,30	0,27
	0,63	0,51	0,64	0,35	0,36	0,41	0,22	0,29	0,29
	0,64	0,51	0,66	0,34	0,35	0,42	0,18	0,27	0,32
	0,65	0,50	0,68	0,32	0,37	0,41	0,19	0,26	0,35
	0,63	0,51	0,69	0,31	0,45	0,40	0,21	0,27	0,38
	0,61	0,52	0,70	0,30	0,46	0,40	0,27	0,30	0,40
Promedios	0,629	0,522	0,652	0,32	0,378	0,384	0,257	0,298	0,314

Promedio Total	0,417
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:(m/seg)	0,41711111
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	82,108489

Area de la cara:(cm^2)	9240
área de la cara:(ft^2)	9,9458436
Caudal: (pcm)	816,63819

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,94	0,89	0,97
	0,96	0,91	1,07
	0,97	0,90	0,99
	0,96	0,92	0,91
	0,95	0,93	0,90
	0,97	0,93	0,88
	0,96	0,93	0,86
	0,94	0,93	0,84
	0,93	0,92	0,86
Promedios	0,949	0,919	0,917

Promedio Total	0,928
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,928
Velocidad d Captura me a:(ft/min)	182,74279
Desviación Estandar	0,0447278

Area de la cara:	3300
área de la cara: (ft^2)	3,552087
Caudal: (fcm)	649,11828

Area del ducto Principal (cm^2)	2440
Area del ducto Principal (ft^2)	2,6263916
Velocidad de transporte final (fpm)	#¡REF!

Fecha:	04/08/2005
Hora:	9:45 a.m.
Temperatura del aire:	25,8 ° C
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1770

Prueba N°:	2
Laboratorio:	LMO
Equipo:	Cabina B

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,39	0,41	0,45	0,27	0,27	0,29	0,18	0,25	0,26
	0,40	0,42	0,46	0,29	0,28	0,28	0,24	0,26	0,27
	0,41	0,43	0,47	0,31	0,30	0,25	0,26	0,28	0,25
	0,43	0,42	0,48	0,30	0,34	0,25	0,27	0,30	0,23
	0,45	0,44	0,48	0,29	0,32	0,23	0,29	0,38	0,21
	0,47	0,44	0,47	0,30	0,29	0,24	0,34	0,39	0,19
	0,49	0,45	0,46	0,32	0,28	0,22	0,35	0,38	0,18
	0,50	0,44	0,46	0,33	0,27	0,20	0,33	0,37	0,17
	0,51	0,38	0,45	0,35	0,27	0,18	0,29	0,38	0,19
Promedios	0,458	0,421	0,462	0,314	0,29	0,232	0,287	0,34	0,215

Promedio Total	0,335
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media: (m/seg)	0,3354444
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	66,032373

Area de la cara: (cm ²)	9240
área de la cara: (ft ²)	9,9458436
Caudal: (fcm)	656,74766

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,90	0,91	0,82
	0,88	0,99	0,82
	0,87	0,90	0,83
	0,84	0,88	0,82
	0,83	0,89	0,83
	0,84	0,91	0,82
	0,85	0,92	0,83
	0,89	0,93	0,84
	0,91	0,96	0,83
Promedios	0,875	0,926	0,826

Promedio Total	0,876
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,876
Velocidad d Captura me a: (ft/min)	172,37533
Desviación Estandar	0,0504246

Area de la cara:	3300
área de la cara: (ft ²)	3,552087
Caudal: (fcm)	612,29218

Area del ducto Principal (cm ²)	2440
Area del ducto Principal (ft ²)	2,6263916
velocidad de transporte ⁴ (fpm)	#jREF!

Fecha:	04/08/2005
Hora:	10:05 a.m
Temperatura del aire:	25,5 °C
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1770

Prueba N°:	3
Laboratorio:	LMO
Equipo:	Cabina C

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,44	0,41	0,42	0,35	0,24	0,37	0,37	0,30	0,30
	0,44	0,40	0,44	0,34	0,25	0,39	0,36	0,27	0,31
	0,42	0,38	0,39	0,32	0,26	0,41	0,30	0,28	0,33
	0,38	0,39	0,35	0,30	0,27	0,38	0,31	0,22	0,34
	0,31	0,40	0,28	0,29	0,26	0,37	0,34	0,26	0,33
	0,30	0,42	0,26	0,31	0,27	0,36	0,36	0,33	0,32
	0,29	0,44	0,23	0,33	0,27	0,35	0,39	0,32	0,30
	0,27	0,45	0,25	0,37	0,26	0,34	0,41	0,30	0,31
	0,25	0,46	0,27	0,39	0,27	0,33	0,40	0,29	0,30
Promedios	0,333	0,422	0,318	0,338	0,264	0,363	0,363	0,287	0,313

Promedio Total	0,333
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media: (m/seg)	0,3334444
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	65,638672

Area de la cara: (cm ²)	9240
área de la cara: (ft ²)	9,9458436
Caudal: (fcm)	652,83197

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,76	0,70	0,84
	0,75	0,70	0,86
	0,74	0,71	0,86
	0,79	0,72	0,87
	0,79	0,73	0,85
	0,79	0,75	0,79
	0,74	0,74	0,78
	0,74	0,75	0,77
	0,75	0,77	0,76
Promedios	0,761	0,732	0,816

Promedio Total	0,770
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,770
Velocidad d Captura me a: (ft/min)	151,50919
Desviación Estandar	0,0464968

Area de la cara:	3300
área de la cara: (ft ²)	3,552087
Caudal: (pcm)	538,17383

Area del ducto Principal (cm ²)	2440
Area del ducto Principal (ft ²)	2,6263916
velocidad de transporte3 (fpm)	#¡REF!

Fecha:	04/08/2005
Hora:	10:25 a.m.
Temperatura del aire:	26,2 °C
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1770

Prueba N°:	4
Laboratorio:	LMO
Equipo:	Cabina D

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,51	0,38	0,40
	0,54	0,37	0,42
	0,47	0,36	0,44
	0,45	0,35	0,46
	0,46	0,34	0,45
	0,47	0,33	0,44
	0,46	0,32	0,43
	0,46	0,31	0,42
	0,44	0,33	0,41
	0,44	0,34	0,42
Promedios	0,47	0,343	0,429

Promedio Total	0,414
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,414
Velocidad d Captura me a:(ft/min)	81,496066
Desviación Estandar	0,0588745

Area de la cara:	3300
área de la cara: (ft^2)	3,552087
Caudal: (pcm)	289,48112

Area del ducto Principal (cm^2)	1403
Area del ducto Principal (ft^2)	1,5101752
velocidad de transporte2 (fpm)	6310,1826

Fecha:	04/08/2005
Hora:	10:40 a.m
Temperatura del aire:	26,5 °C
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1770

Prueba N°:	5
Laboratorio:	LMO
Equipo:	Cabina E

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,16	0,12	0,11	0,34	0,21	0,12	0,30	0,25	0,13
	0,12	0,14	0,09	0,32	0,20	0,18	0,33	0,26	0,04
	0,06	0,16	0,06	0,27	0,19	0,19	0,36	0,24	0,02
	0,04	0,16	0,08	0,22	0,19	0,19	0,38	0,23	0,03
	0,03	0,16	0,11	0,18	0,20	0,17	0,37	0,21	0,06
	0,04	0,17	0,14	0,11	0,20	0,19	0,31	0,20	0,14
	0,03	0,17	0,13	0,10	0,18	0,19	0,32	0,18	0,19
	0,04	0,16	0,13	0,13	0,17	0,20	0,36	0,18	0,20
	0,06	0,16	0,11	0,15	0,16	0,19	0,38	0,17	0,18
Promedios	0,065	0,155	0,104	0,2	0,187	0,182	0,355	0,208	0,118

Promedio Total	0,175
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media: (m/seg)	0,1748889
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	34,426948
Desviación Estandar	0,0901839

Area de la cara: (cm ²)	9240
área de la cara: (ft ²)	9,9458436
Caudal: (fcm)	342,40504

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,49	0,51	0,48
	0,51	0,51	0,50
	0,50	0,52	0,49
	0,49	0,53	0,48
	0,49	0,52	0,46
	0,49	0,52	0,47
	0,46	0,54	0,48
	0,46	0,56	0,48
	0,46	0,57	0,48
Promedios	0,481	0,536	0,479

Promedio Total	0,499
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,499
Velocidad d Captura me a: (ft/min)	98,162733
Desviación Estandar	0,0327723

Area de la cara:	3300
área de la cara: (ft ²)	3,552087
Caudal: (pcm)	348,68257

Area del ducto Principal (cm ²)	1403
Area del ducto Principal (ft ²)	1,5101752
velocidad de transporte1 (fpm)	230,88882

Fecha:	27/07/2005
Hora:	2:00 p.m
Temperatura del aire (°C):	26,7
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1727

Prueba N°:	1
Laboratorio:	LQO
Equipo:	Cabina A

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,50	0,47	0,31	0,22	0,19	0,14	0,29	0,17	0,04
	0,49	0,44	0,32	0,26	0,20	0,14	0,28	0,24	0,02
	0,49	0,40	0,31	0,38	0,19	0,11	0,27	0,26	0,01
	0,50	0,39	0,31	0,36	0,20	0,14	0,25	0,26	0,04
	0,51	0,39	0,31	0,38	0,22	0,17	0,25	0,26	0,07
	0,49	0,40	0,27	0,34	0,23	0,18	0,26	0,26	0,08
	0,45	0,41	0,20	0,25	0,22	0,17	0,27	0,25	0,05
	0,44	0,40	0,19	0,20	0,21	0,15	0,27	0,14	0,03
	0,43	0,39	0,20	0,19	0,20	0,13	0,28	0,10	0,02
Promedios	0,467	0,408	0,267	0,273	0,206	0,148	0,272	0,205	0,039

Promedio Total	0,254
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:(m/seg)	0,2538889
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	49,978129

Area de la cara: (cm ²)	9800
área de la cara: (ft ²)	10,548622
Caudal: (pcm)	527,20039

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,62	0,56	0,43
	0,62	0,56	0,44
	0,65	0,56	0,46
	0,65	0,56	0,48
	0,65	0,56	0,49
	0,65	0,56	0,50
	0,64	0,54	0,52
	0,62	0,55	0,51
	0,62	0,54	0,49
Promedios	0,634	0,553	0,482

Promedio Total	0,556
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:(m/seg)	0,556
Velocidad d Captura me a:(ft/min)	109,51444
Desviación Estandar	0,0660451

Area de la cara:(cm ²)	4200
área de la cara: (ft ²)	4,520838
Caudal: (pcm)	495,09704

Area del ducto Principal (cm ²)	1500
Area del ducto Principal (ft ²)	1,614585
Velocidad de Transporte 1 (fpm)	306,64043

Fecha:	27/07/2005
Hora:	2:30 p.m
Temperatura del aire (°C):	26,6
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1727

Prueba N°:	2
Laboratorio:	LQO
Equipo:	Cabina 2

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,43	0,38	0,40	0,34	0,23	0,27	0,28	0,19	0,24
	0,42	0,37	0,39	0,35	0,24	0,31	0,29	0,19	0,25
	0,43	0,36	0,44	0,36	0,25	0,30	0,28	0,18	0,24
	0,42	0,38	0,47	0,34	0,26	0,31	0,28	0,18	0,23
	0,41	0,37	0,37	0,30	0,25	0,31	0,27	0,22	0,23
	0,40	0,39	0,29	0,24	0,24	0,32	0,26	0,24	0,22
	0,37	0,40	0,28	0,22	0,23	0,31	0,29	0,26	0,23
	0,36	0,40	0,36	0,23	0,24	0,32	0,30	0,28	0,24
	0,39	0,41	0,41	0,22	0,25	0,30	0,27	0,29	0,26
Promedios	0,405	0,386	0,383	0,281	0,245	0,303	0,277	0,23	0,243

Promedio Total	0,306
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:(m/seg)	0,3058889
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	60,21435

Area de la cara:(cm^2)	11760
área de la cara: (ft^2)	12,658346
Caudal: (pcm)	762,2141

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,69	0,70	0,75
	0,67	0,69	0,79
	0,66	0,64	0,78
	0,65	0,66	0,76
	0,68	0,67	0,74
	0,69	0,68	0,71
	0,67	0,69	0,73
	0,66	0,67	0,76
	0,67	0,68	0,77
Promedios	0,67	0,673	0,752

Promedio Total	0,698
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:(m/seg)	0,698
Velocidad d Captura me a:(ft/min)	137,4672
Desviación Estandar	0,0429983

Area de la cara:(cm^2)	4200
área de la cara: (ft^2)	4,520838
Caudal: (pcm)	621,46692

Area del ducto Principal (cm^2)	1500
Area del ducto Principal (ft^2)	1,614585
Velocidad de Transporte Final (fpm)	992,49347

Fecha:	27/07/2005
Hora:	3:00 p.m
Temperatura del aire (°C):	26,8
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1727

Prueba N°:	3
Laboratorio:	LQO
Equipo:	Cabina C

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,36	0,34	0,38	0,10	0,18	0,18	0,13	0,12	0,11
	0,34	0,31	0,36	0,16	0,19	0,19	0,10	0,10	0,12
	0,33	0,32	0,38	0,08	0,20	0,20	0,04	0,08	0,13
	0,32	0,31	0,37	0,11	0,22	0,19	0,08	0,02	0,14
	0,36	0,32	0,36	0,10	0,20	0,18	0,10	0,03	0,12
	0,37	0,33	0,34	0,15	0,19	0,17	0,07	0,06	0,10
	0,35	0,34	0,35	0,18	0,20	0,16	0,08	0,08	0,04
	0,34	0,33	0,37	0,17	0,21	0,17	0,07	0,08	0,02
	0,31	0,32	0,36	0,15	0,20	0,18	0,05	0,10	0,01
Promedios	0,337	0,323	0,362	0,132	0,198	0,179	0,081	0,08	0,081

Promedio Total	0,197
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:(m/seg)	0,197
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	38,779529

Area de la cara:(cm^2)	11760
área de la cara:(ft^2)	12,658346
Caudal: (pcm)	490,88471

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,58	0,52	0,54
	0,55	0,53	0,57
	0,56	0,51	0,62
	0,58	0,50	0,61
	0,58	0,52	0,57
	0,57	0,53	0,53
	0,56	0,54	0,50
	0,55	0,55	0,51
	0,52	0,55	0,52
Promedios	0,557	0,531	0,55

Promedio Total	0,546
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:(m/seg)	0,546
Velocidad d Captura me a:(ft/min)	107,48032
Desviación Estandar	0,0303542

Area de la cara:(cm^2)	4200
área de la cara:(ft^2)	4,520838
Caudal: (pcm)	485,90111

Area del ducto Principal (cm^2)	1500
Area del ducto Principal (ft^2)	1,614585
Velocidad de Transporte 3 (fpm)	300,94489

Fecha:	26/07/2005
Hora:	3:10 p.m
Temperatura del aire (°C):	21
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1773

Prueba N°:	1
Laboratorio:	LPN
Equipo:	Cabina A

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,23	0,11	0,30	0,13	0,22	0,29	0,17	0,07	0,21
	0,23	0,12	0,31	0,13	0,23	0,27	0,13	0,10	0,25
	0,23	0,13	0,33	0,21	0,24	0,24	0,12	0,12	0,26
	0,21	0,14	0,34	0,24	0,23	0,22	0,12	0,16	0,26
	0,21	0,18	0,36	0,25	0,24	0,21	0,11	0,16	0,25
	0,16	0,23	0,36	0,24	0,23	0,20	0,10	0,15	0,23
	0,14	0,26	0,33	0,13	0,24	0,21	0,08	0,09	0,17
	0,11	0,25	0,32	0,17	0,25	0,22	0,07	0,08	0,16
	0,10	0,25	0,33	0,15	0,25	0,20	0,08	0,10	0,19
Promedios	0,177	0,191	0,33	0,184	0,237	0,225	0,109	0,115	0,219

Promedio Total	0,199
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,1985556
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	39,085741

Area de la cara:	6636
área de la cara: (ft^2)	7,142924
Caudal: (pcm)	279,18648

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,65	0,51	0,52
	0,64	0,51	0,54
	0,64	0,52	0,55
	0,65	0,52	0,52
	0,63	0,53	0,50
	0,62	0,53	0,50
	0,61	0,56	0,51
	0,62	0,56	0,52
	0,65	0,55	0,54
Promedios	0,636	0,534	0,524

Promedio Total	0,565
----------------	-------

N° de medidas:	
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media: (m/seg)	0,565
Velocidad d Captura me a:(ft/min)	111,15486
Desviación Estandar	0,0541857

Area de la cara:(cm^2)	2370
área de la cara: (ft^2)	2,5510443
Caudal: (pcm)	283,56097

Area del ducto Principal (cm^2)	600
Area del ducto Principal (ft^2)	0,645834
Velocidad de Transporte (fpm)	439,06169

Fecha:	01/08/2005
Hora:	9:44 a.m
Temperatura del aire (°C):	26,3
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1774

Prueba N°:	1
Laboratorio:	LSX
Equipo:	Cabina A

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,16	0,22	0,09	0,18	0,16	0,20	0,16	0,19	0,16
	0,19	0,20	0,04	0,20	0,16	0,09	0,14	0,22	0,20
	0,20	0,18	0,01	0,19	0,16	0,05	0,13	0,21	0,23
	0,19	0,17	0,01	0,17	0,17	0,10	0,08	0,20	0,26
	0,18	0,19	0,02	0,16	0,18	0,17	0,06	0,19	0,24
	0,17	0,20	0,05	0,15	0,20	0,24	0,02	0,20	0,21
	0,17	0,18	0,01	0,17	0,19	0,23	0,01	0,21	0,20
	0,18	0,19	0,03	0,20	0,18	0,21	0,08	0,15	0,22
	0,17	0,20	0,09	0,16	0,20	0,22	0,12	0,13	0,23
Promedios	0,177	0,194	0,05	0,172	0,179	0,174	0,094	0,184	0,22

Promedio Total	0,160
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:(m/seg)	0,1604444
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	31,583553

Area de la cara:(cm^2)	6270
área de la cara:(ft^2)	6,7489653
Caudal: (pcm)	213,1563

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,31	0,43	0,38
	0,32	0,40	0,37
	0,33	0,39	0,38
	0,34	0,41	0,39
	0,37	0,44	0,40
	0,38	0,46	0,37
	0,36	0,47	0,38
	0,35	0,48	0,37
	0,34	0,43	0,38
	0,36	0,39	0,39
Promedios	0,346	0,43	0,381

Promedio Total	0,386
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,386
Velocidad d Captura me a:(ft/min)	75,918638
Desviación Estandar	0,041745

Area de la cara:	3300
área de la cara: (ft^2)	3,552087
Caudal: (pcm)	269,66961

Area del ducto Principal (cm^2)	810
Area del ducto Principal (ft^2)	0,8718759
velocidad de transporte1 (fpm)	309,29815

Fecha:	01/08/2005
Hora:	10:24 a.m
Temperatura del aire (°C):	26,4
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1774

Prueba N°:	2
Laboratorio:	LSX
Equipo:	Cabina B

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,19	0,30	0,16	0,13	0,20	0,09	0,12	0,18	0,28
	0,18	0,26	0,17	0,15	0,15	0,06	0,16	0,21	0,25
	0,21	0,27	0,20	0,18	0,14	0,01	0,14	0,16	0,11
	0,22	0,21	0,21	0,16	0,16	0,10	0,12	0,12	0,12
	0,23	0,23	0,23	0,15	0,19	0,11	0,09	0,17	0,14
	0,21	0,24	0,20	0,17	0,20	0,08	0,13	0,18	0,09
	0,20	0,22	0,09	0,19	0,16	0,11	0,24	0,21	0,10
	0,19	0,21	0,08	0,21	0,20	0,22	0,26	0,22	0,09
	0,19	0,24	0,10	0,17	0,22	0,18	0,25	0,20	0,14
	0,21	0,22	0,20	0,15	0,24	0,17	0,24	0,17	0,17
Promedios	0,203	0,24	0,164	0,166	0,186	0,113	0,175	0,182	0,149

Promedio Total	0,175
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media: (m/seg)	0,1753333
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	34,514437

Area de la cara: (cm ²)	6636
área de la cara: (ft ²)	7,142924
Caudal: (pcm)	246,534

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,46	0,40	0,41
	0,48	0,41	0,47
	0,47	0,43	0,48
	0,48	0,42	0,48
	0,51	0,41	0,47
	0,50	0,45	0,48
	0,47	0,43	0,48
	0,43	0,44	0,48
	0,44	0,42	0,49
	0,43	0,41	0,52
Promedios	0,467	0,422	0,476

Promedio Total	0,455
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,455
Velocidad d Captura me a: (ft/min)	89,566932
Desviación Estandar	0,0333994

Area de la cara:	2370
área de la cara: (ft ²)	2,5510443
Caudal: (pcm)	228,48921

Area del ducto Principal (cm ²)	810
Area del ducto Principal (ft ²)	0,8718759
velocidad de transporte final (fpm)	571,36436

Fecha:	29/07/2005
Hora:	9:00 a.m
Temperatura del aire (°C) :	25
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1766

Prueba N°:	1
Laboratorio:	LBR 1
Equipo:	Cabina A

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,21	0,20	0,16	0,18	0,17	0,13	0,24	0,13	0,10
	0,20	0,19	0,15	0,17	0,16	0,14	0,21	0,11	0,17
	0,20	0,20	0,14	0,16	0,17	0,15	0,17	0,09	0,17
	0,21	0,18	0,16	0,15	0,18	0,16	0,15	0,08	0,17
	0,21	0,18	0,18	0,17	0,21	0,15	0,14	0,07	0,15
	0,22	0,19	0,19	0,18	0,18	0,14	0,15	0,08	0,16
	0,23	0,20	0,20	0,21	0,16	0,12	0,17	0,09	0,14
	0,24	0,21	0,21	0,22	0,14	0,10	0,15	0,11	0,14
	0,24	0,23	0,22	0,23	0,12	0,09	0,14	0,12	0,15
Promedios	0,22	0,202	0,183	0,191	0,162	0,128	0,165	0,101	0,152

Promedio Total	0,167
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,1671111
Velocidad de Captura media: (ft/min)	32,895889

Area de la cara:(cm2)	6636
Area de la cara : (ft2)	7,142924
Caudal PCM	234,97284

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,37	0,39	0,37
	0,35	0,38	0,38
	0,36	0,37	0,38
	0,37	0,36	0,39
	0,38	0,35	0,39
	0,40	0,37	0,40
	0,42	0,38	0,41
	0,44	0,39	0,40
	0,45	0,41	0,42
Promedios	0,403	0,379	0,397

Promedio Total	0,393
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,393
Velocidad de Captura media: (ft/min)	77,362207
Desviación Estandar	0,0309783

Area de la cara:(cm2)	2370
Area de la cara : (ft2)	2,5510443
Caudal PCM	197,35442

Area del ducto Principal (cm^2)	1200
Area del ducto Principal (ft^2)	1,291668
Velocidad de transporte 1 (fpm)	152,79036

Fecha:	29/07/2005
Hora:	9:30 a.m
Temperatura del aire(°C):	25
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1766

Prueba N°:	2
Laboratorio:	LBR 1
Equipo:	Cabina B

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,26	0,24	0,23	0,20	0,14	0,20	0,24	0,11	0,03
	0,24	0,23	0,22	0,21	0,15	0,19	0,23	0,12	0,02
	0,25	0,21	0,22	0,21	0,16	0,18	0,21	0,13	0,03
	0,28	0,20	0,22	0,20	0,17	0,19	0,19	0,12	0,04
	0,27	0,19	0,21	0,20	0,10	0,21	0,19	0,11	0,05
	0,24	0,18	0,20	0,18	0,15	0,21	0,18	0,09	0,06
	0,22	0,17	0,20	0,17	0,13	0,21	0,15	0,10	0,07
	0,24	0,16	0,21	0,16	0,14	0,20	0,14	0,11	0,08
	0,25	0,17	0,22	0,15	0,15	0,19	0,11	0,13	0,09
Promedios	0,25	0,193	0,215	0,183	0,145	0,196	0,174	0,116	0,058

Promedio Total	0,170
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,170
Velocidad de Captura media: (ft/min)	33,464568

Area de la cara:(cm2)	6636
Area de la cara : (ft2)	7,142924
Caudal PCM	239,03487

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,33	0,37	0,35
	0,35	0,38	0,37
	0,34	0,38	0,42
	0,36	0,39	0,48
	0,37	0,39	0,44
	0,38	0,38	0,41
	0,39	0,38	0,39
	0,40	0,39	0,42
	0,39	0,40	0,44
Promedios	0,369	0,385	0,415

Promedio Total	0,390
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,390
Velocidad de Captura media: (ft/min)	76,706039
Desviación Estandar	0,0316754

Area de la cara:(cm2)	2370
Area de la cara : (ft2)	2,5510443
Caudal PCM	195,6805

Area del ducto Principal (cm^2)	1200
Area del ducto Principal (ft^2)	1,291668
Velocidad de transporte 2 (fpm)	304,28479

Fecha:	29/07/2005
Hora:	10:14 a.m
Temperatura del aire (°C):	25,1
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1766

Prueba N°:	3
Laboratorio:	LBR 1
Equipo:	Cabina C

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,15	0,13	0,09	0,12	0,10	0,01	0,10	0,01	0,01
	0,11	0,12	0,11	0,13	0,08	0,05	0,14	0,01	0,02
	0,08	0,13	0,10	0,12	0,05	0,06	0,14	0,01	0,02
	0,01	0,14	0,08	0,11	0,02	0,04	0,12	0,02	0,04
	0,01	0,13	0,09	0,09	0,01	0,02	0,11	0,02	0,05
	0,02	0,12	0,10	0,07	0,05	0,01	0,10	0,04	0,01
	0,01	0,13	0,11	0,03	0,06	0,09	0,09	0,06	0,01
	0,02	0,14	0,09	0,02	0,09	0,08	0,07	0,05	0,01
	0,02	0,14	0,08	0,01	0,11	0,10	0,06	0,02	0,03
Promedios	0,044	0,133	0,094	0,072	0,069	0,052	0,098	0,027	0,023

Promedio Total	0,068
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,068
Velocidad de Captura media: (ft/min)	13,385827

Area de la cara:(cm2)	6636
Area de la cara : (ft2)	7,142924
Caudal PCM	95,613947

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,30	0,35	0,11
	0,23	0,30	0,09
	0,31	0,35	0,14
	0,31	0,34	0,22
	0,31	0,34	0,26
	0,32	0,32	0,23
	0,31	0,30	0,15
	0,30	0,29	0,11
	0,28	0,29	0,05
	0,26	0,31	0,04
Promedios	0,293	0,319	0,14

Promedio Total	0,251
----------------	-------

N° de medidas:	
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,251
Velocidad de Captura media: (ft/min)	49,343834
Desviación Estandar	0,0930307

Area de la cara:(cm2)	2370
Area de la cara : (ft2)	2,5510443
Caudal PCM	125,87831

Area del ducto Principal (cm^2)	1200
Area del ducto Principal (ft^2)	1,291668
Velocidad de transporte 3 (fpm)	401,73886

Fecha:	29/07/2005
Hora:	10:35 a.m
Temperatura del aire (°C):	25,5
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1766

Prueba N°:	4
Laboratorio:	LBR 1
Equipo:	Cabina D

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,16	0,18	0,14	0,17	0,15	0,14	0,20	0,10	0,10
	0,14	0,19	0,15	0,19	0,14	0,13	0,25	0,12	0,12
	0,14	0,18	0,16	0,21	0,14	0,13	0,27	0,10	0,13
	0,15	0,17	0,15	0,23	0,14	0,14	0,25	0,10	0,14
	0,16	0,16	0,16	0,23	0,14	0,15	0,21	0,13	0,15
	0,16	0,15	0,17	0,24	0,14	0,16	0,19	0,15	0,16
	0,17	0,16	0,18	0,24	0,15	0,14	0,20	0,17	0,17
	0,16	0,17	0,19	0,22	0,15	0,15	0,20	0,14	0,18
	0,15	0,19	0,18	0,19	0,16	0,13	0,21	0,13	0,16
Promedios	0,156	0,175	0,165	0,21	0,148	0,139	0,218	0,126	0,145

Promedio Total	0,165
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,165
Velocidad de Captura media: (ft/min)	32,414699

Area de la cara:(cm2)	5214
Area de la cara : (ft2)	5,6122975
Caudal PCM	181,92093

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,35	0,27	0,28
	0,36	0,30	0,28
	0,35	0,31	0,27
	0,34	0,29	0,29
	0,33	0,29	0,30
	0,32	0,27	0,31
	0,32	0,26	0,32
	0,32	0,26	0,33
	0,33	0,26	0,34
Promedios	0,334	0,279	0,307

Promedio Total	0,307
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,307
Velocidad de Captura media: (ft/min)	60,367456
Desviación Estandar	0,0304374

Area de la cara:(cm2)	2370
Area de la cara : (ft2)	2,5510443
Caudal PCM	154,00005

Area del ducto Principal (cm^2)	1200
Area del ducto Principal (ft^2)	1,291668
Velocidad de transporte 4 (fpm)	520,96458

Fecha:	29/07/2005
Hora:	11:35 a.m
Temperatura del aire (°C):	25,7
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1766

Prueba N°:	5
Laboratorio:	LBR 1
Equipo:	Cabina E

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,24	0,14	0,26	0,26	0,24	0,25	0,14	0,17	0,20
	0,25	0,18	0,31	0,29	0,27	0,26	0,20	0,16	0,21
	0,23	0,20	0,34	0,27	0,31	0,23	0,23	0,15	0,11
	0,24	0,20	0,38	0,28	0,31	0,21	0,21	0,11	0,08
	0,21	0,17	0,34	0,29	0,30	0,19	0,25	0,16	0,07
	0,19	0,14	0,31	0,27	0,29	0,22	0,29	0,19	0,08
	0,18	0,09	0,37	0,28	0,26	0,24	0,27	0,17	0,10
	0,19	0,08	0,31	0,30	0,27	0,26	0,25	0,14	0,14
	0,21	0,06	0,36	0,33	0,25	0,27	0,24	0,10	0,13
Promedios	0,216	0,136	0,335	0,291	0,271	0,237	0,227	0,144	0,123

Promedio Total	0,220
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,220
Velocidad de Captura media: (ft/min)	43,307088

Area de la cara:(cm2)	6636
Area de la cara : (ft2)	7,142924
Caudal PCM	309,33924

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,47	0,61	0,69
	0,51	0,68	0,67
	0,54	0,67	0,65
	0,57	0,65	0,62
	0,58	0,63	0,60
	0,55	0,61	0,62
	0,47	0,60	0,61
	0,46	0,58	0,61
	0,47	0,57	0,60
Promedios	0,512	0,616	0,628

Promedio Total	0,585
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,585
Velocidad de Captura media: (ft/min)	115,2231
Desviación Estandar	0,0653232

Area de la cara:(cm2)	2370
Area de la cara : (ft2)	2,5510443
Caudal PCM	293,93923

Area del ducto Principal (cm^2)	1200
Area del ducto Principal (ft^2)	1,291668
Velocidad de transporte 5 (fpm)	748,53021

Fecha:	29/07/2005
Hora:	11:05 a.m
Temperatura del aire(°C):	26
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1766

Prueba N°:	6
Laboratorio:	LBR 1
Equipo:	Cabina F

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,36	0,33	0,31	0,25	0,28	0,30	0,17	0,23	0,34
	0,35	0,45	0,32	0,24	0,31	0,28	0,19	0,24	0,26
	0,33	0,49	0,34	0,23	0,32	0,30	0,21	0,27	0,27
	0,32	0,40	0,33	0,24	0,31	0,32	0,21	0,28	0,30
	0,30	0,39	0,34	0,23	0,32	0,35	0,20	0,30	0,38
	0,32	0,38	0,37	0,22	0,31	0,34	0,19	0,31	0,40
	0,34	0,32	0,36	0,20	0,33	0,33	0,18	0,31	0,39
	0,35	0,28	0,39	0,19	0,31	0,34	0,20	0,29	0,37
	0,34	0,27	0,40	0,20	0,30	0,36	0,21	0,27	0,34
Promedios	0,334	0,356	0,357	0,221	0,306	0,326	0,199	0,277	0,337

Promedio Total	0,301
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,301
Velocidad de Captura media: (ft/min)	59,339459

Area de la cara:(cm2)	7150
Area de la cara : (ft2)	7,6961885
Caudal PCM	456,68767

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,61	0,56	0,65
	0,65	0,55	0,64
	0,63	0,54	0,64
	0,60	0,53	0,65
	0,59	0,52	0,66
	0,57	0,53	0,67
	0,54	0,54	0,68
	0,52	0,55	0,69
	0,53	0,55	0,68
Promedios	0,579	0,542	0,663

Promedio Total	0,595
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,595
Velocidad de Captura media: (ft/min)	117,06037
Desviación Estandar	0,0582937

Area de la cara:(cm2)	3300
Area de la cara : (ft2)	3,552087
Caudal PCM	415,80862

Area del ducto Principal (cm^2)	1200
Area del ducto Principal (ft^2)	1,291668
Velocidad de transporte final 1 (fpm)	1070,4462

Fecha:	29/07/2005
Hora:	12:05 p.m
Temperatura del aire (°C):	25,4
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1716

Prueba N°:	7
Laboratorio:	LBR 2
Equipo:	Cabina G

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,44	0,52	0,22	0,26	0,28	0,07	0,20	0,30	0,43
	0,42	0,53	0,23	0,25	0,31	0,06	0,23	0,29	0,40
	0,43	0,52	0,27	0,22	0,32	0,10	0,24	0,27	0,41
	0,42	0,50	0,30	0,21	0,34	0,21	0,25	0,28	0,40
	0,41	0,47	0,35	0,20	0,35	0,25	0,23	0,29	0,37
	0,40	0,45	0,37	0,21	0,36	0,23	0,21	0,30	0,35
	0,36	0,43	0,37	0,26	0,37	0,13	0,26	0,29	0,34
	0,35	0,41	0,39	0,29	0,38	0,10	0,22	0,28	0,33
	0,35	0,40	0,39	0,31	0,39	0,11	0,24	0,27	0,29
	0,36	0,39	0,38	0,34	0,38	0,14	0,27	0,25	0,28
Promedios	0,394	0,462	0,327	0,255	0,348	0,14	0,235	0,282	0,36

Promedio Total	0,311
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,311
Velocidad de Captura media: (ft/min)	61,307963

Area de la cara:(cm2)	6636
Area de la cara : (ft2)	7,142924
Caudal PCM	437,91813

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,63	0,61	0,87
	0,64	0,62	0,88
	0,62	0,64	0,87
	0,61	0,67	0,86
	0,56	0,69	0,85
	0,57	0,68	0,87
	0,57	0,69	0,86
	0,58	0,71	0,85
	0,59	0,70	0,83
	0,58	0,71	0,84
Promedios	0,595	0,672	0,858

Promedio Total	0,708
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,708
Velocidad de Captura media: (ft/min)	139,4357
Desviación Estandar	0,1154924

Area de la cara:(cm2)	2370
Area de la cara : (ft2)	2,5510443
Caudal PCM	355,70665

Area del ducto Principal (cm^2)	875
Area del ducto Principal (ft^2)	0,9418413
Velocidad de transporte 7 (fpm) (otro motor)	377,67155

Fecha:	29/07/2005
Hora:	12:30 a.m
Temperatura del aire (°C):	26,3
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1716

Prueba N°:	8
Laboratorio:	LBR 2
Equipo:	Cabina H

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,24	0,12	0,26	0,06	0,09	0,10	0,09	0,08	0,13
	0,25	0,12	0,28	0,08	0,12	0,13	0,05	0,09	0,16
	0,25	0,15	0,26	0,09	0,21	0,11	0,03	0,11	0,20
	0,24	0,19	0,22	0,11	0,25	0,08	0,01	0,12	0,19
	0,25	0,24	0,18	0,13	0,25	0,05	0,01	0,15	0,02
	0,25	0,25	0,20	0,14	0,24	0,07	0,02	0,14	0,03
	0,26	0,24	0,23	0,13	0,24	0,09	0,03	0,13	0,08
	0,28	0,23	0,26	0,12	0,23	0,13	0,05	0,13	0,11
	0,28	0,23	0,24	0,12	0,22	0,14	0,07	0,14	0,10
Promedios	0,256	0,201	0,239	0,111	0,205	0,105	0,045	0,125	0,107

Promedio Total	0,155
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,155
Velocidad de Captura media: (ft/min)	30,48994

Area de la cara:(cm2)	6636
Area de la cara : (ft2)	7,142924
Caudal PCM	217,78732

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,19	0,36	0,51
	0,22	0,37	0,50
	0,24	0,36	0,47
	0,25	0,37	0,49
	0,27	0,39	0,50
	0,26	0,40	0,49
	0,24	0,40	0,42
	0,23	0,39	0,40
	0,24	0,38	0,38
Promedios	0,239	0,379	0,452

Promedio Total	0,357
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,357
Velocidad de Captura media: (ft/min)	70,209976
Desviación Estandar	0,0963948

Area de la cara:(cm2)	2370
Area de la cara : (ft2)	2,5510443
Caudal PCM	179,10876

Area del ducto Principal (cm^2)	875
Area del ducto Principal (ft^2)	0,9418413
Velocidad de transporte final (fpm) (otro motor)	900,54671

Fecha:	29/07/2005
Hora:	1:40 p.m
Temperatura del aire (°C):	26,7
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1716

Prueba N°:	9
Laboratorio:	LBR 2
Equipo:	Cabina I

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,22	0,17	0,16	0,17	0,22	0,15	0,07	0,31	0,34
	0,23	0,16	0,15	0,17	0,23	0,08	0,06	0,31	0,34
	0,24	0,17	0,09	0,17	0,24	0,04	0,05	0,30	0,39
	0,25	0,19	0,10	0,15	0,25	0,06	0,09	0,31	0,32
	0,25	0,20	0,11	0,13	0,27	0,09	0,13	0,32	0,15
	0,24	0,21	0,13	0,11	0,28	0,10	0,16	0,31	0,13
	0,23	0,24	0,12	0,09	0,29	0,10	0,20	0,30	0,20
	0,22	0,29	0,11	0,10	0,27	0,13	0,21	0,29	0,21
	0,21	0,33	0,09	0,12	0,26	0,16	0,20	0,30	0,19
Promedios	0,229	0,231	0,113	0,134	0,256	0,112	0,136	0,305	0,248

Promedio Total	0,196
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,196
Velocidad de Captura media: (ft/min)	38,582678

Area de la cara:(cm2)	6636
Area de la cara : (ft2)	7,142924
Caudal PCM	275,59314

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,60	0,61	0,74
	0,59	0,60	0,75
	0,58	0,57	0,73
	0,60	0,54	0,71
	0,63	0,53	0,70
	0,59	0,56	0,69
	0,56	0,58	0,71
	0,55	0,58	0,73
	0,57	0,58	0,72
Promedios	0,583	0,572	0,717

Promedio Total	0,624
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,624
Velocidad de Captura media: (ft/min)	122,83465
Desviación Estandar	0,0706424

Area de la cara:(cm2)	2370
Area de la cara : (ft2)	2,5510443
Caudal PCM	313,35663

Area del ducto Principal (cm^2)	875
Area del ducto Principal (ft^2)	0,9418413
Velocidad de transporte 9 (fpm) (otro motor)	332,70642

Fecha:	25/07/2005
Hora:	11:02 a.m
Temperatura del aire (°C):	27,3
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1786

Prueba N°:	1
Laboratorio:	LFG
Equipo:	Cabina A

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,03	0,07	0,02	0,12	0,18	0,27	0,14	0,18	0,11
	0,06	0,02	0,03	0,15	0,15	0,26	0,10	0,21	0,13
	0,05	0,01	0,04	0,23	0,14	0,25	0,10	0,18	0,17
	0,02	0,02	0,04	0,27	0,16	0,22	0,15	0,18	0,26
	0,01	0,03	0,02	0,23	0,17	0,22	0,13	0,25	0,20
	0,01	0,01	0,01	0,21	0,18	0,24	0,09	0,22	0,26
	0,01	0,05	0,02	0,22	0,16	0,28	0,17	0,20	0,26
	0,01	0,05	0,03	0,23	0,11	0,27	0,14	0,20	0,25
	0,02	0,06	0,02	0,23	0,13	0,27	0,04	0,18	0,24
Promedios	0,023	0,036	0,028	0,208	0,156	0,244	0,115	0,195	0,215

Promedio Total	0,136
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,1355556
Velocidad de Captura media: (ft/min)	26,684165

Area de la cara:(cm2)	9265
Area de la cara : (ft2)	9,9727534
Caudal PCM	266,1146

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,37	0,37	0,58
	0,36	0,38	0,60
	0,35	0,39	0,61
	0,36	0,38	0,58
	0,37	0,39	0,53
	0,38	0,40	0,48
	0,37	0,41	0,44
	0,36	0,42	0,41
	0,38	0,42	0,43
Promedios	0,367	0,398	0,512

Promedio Total	0,426
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,4256667
Velocidad de Captura media: (ft/min)	83,792654
Desviación Estandar	0,0773565

Area de la cara:(cm2)	3270
Area de la cara : (ft2)	3,5197953
Caudal PCM	294,93299

Area del ducto Principal (cm^2)	900
Area del ducto Principal (ft^2)	0,968751
Velocidad de transporte final (fpm)	524,23667

Fecha:	25/07/2005
Hora:	11:25 a.m
Temperatura del aire(°C):	26,7
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1786

Prueba N°:	2
Laboratorio:	LFG
Equipo:	Cabina B

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,29	0,27	0,15	0,18	0,30	0,21	0,20	0,14	0,05
	0,30	0,26	0,14	0,20	0,29	0,24	0,19	0,15	0,06
	0,31	0,25	0,16	0,30	0,27	0,20	0,16	0,15	0,05
	0,32	0,29	0,18	0,29	0,33	0,18	0,14	0,13	0,06
	0,28	0,36	0,11	0,24	0,26	0,14	0,08	0,11	0,07
	0,30	0,34	0,13	0,23	0,28	0,12	0,14	0,08	0,14
	0,31	0,33	0,16	0,23	0,33	0,08	0,24	0,04	0,19
	0,32	0,39	0,18	0,25	0,29	0,06	0,37	0,05	0,19
	0,30	0,36	0,13	0,26	0,28	0,05	0,36	0,06	0,18
	0,29	0,29	0,10	0,29	0,27	0,04	0,31	0,11	0,23
Promedios	0,302	0,314	0,144	0,247	0,29	0,132	0,219	0,102	0,122

Promedio Total	0,208
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,208
Velocidad de Captura media: (ft/min)	40,944883

Area de la cara:(cm2)	6557
Area de la cara : (ft2)	7,0578892
Caudal PCM	288,98445

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,41	0,46	0,44
	0,47	0,48	0,20
	0,48	0,50	0,18
	0,49	0,54	0,16
	0,50	0,57	0,17
	0,50	0,58	0,19
	0,51	0,56	0,22
	0,51	0,49	0,31
	0,51	0,51	0,31
	0,50	0,62	0,35
Promedios	0,488	0,531	0,253

Promedio Total	0,424
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,424
Velocidad de Captura media: (ft/min)	83,46457
Desviación Estandar	0,1388773

Area de la cara:(cm2)	2370
Area de la cara : (ft2)	2,5510443
Caudal PCM	212,92181

Area del ducto Principal (cm^2)	900
Area del ducto Principal (ft^2)	0,968751
Velocidad de transporte 2 (fpm)	219,79003

Fecha:	02/08/2005
Hora:	8:35 a.m
Temperatura del aire (°C):	26,3
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1732

Prueba N°:	1
Laboratorio:	LQG
Equipo:	Cabina A

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,08	0,11	0,02	0,10	0,04	0,23	0,17	0,03	0,01
	0,12	0,14	0,04	0,12	0,06	0,24	0,22	0,06	0,02
	0,11	0,12	0,05	0,15	0,07	0,23	0,21	0,08	0,03
	0,10	0,09	0,06	0,16	0,06	0,21	0,20	0,10	0,08
	0,07	0,06	0,04	0,18	0,09	0,18	0,19	0,10	0,09
	0,05	0,03	0,03	0,13	0,10	0,15	0,18	0,11	0,07
	0,03	0,01	0,02	0,10	0,11	0,12	0,16	0,10	0,04
	0,02	0,00	0,01	0,07	0,10	0,09	0,13	0,08	0,03
	0,03	0,00	0,00	0,03	0,08	0,06	0,12	0,06	0,01
Promedios	0,065	0,056	0,029	0,106	0,077	0,156	0,171	0,077	0,038

Promedio Total	0,086
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,0861111
Velocidad de Captura media: (ft/min)	16,951007

Area de la cara:(cm2)	11760
Area de la cara : (ft2)	12,658346
Caudal PCM	214,57171

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,20	0,17	0,25
	0,24	0,20	0,24
	0,25	0,18	0,21
	0,26	0,19	0,20
	0,27	0,20	0,19
	0,26	0,21	0,19
	0,23	0,22	0,18
	0,21	0,23	0,17
	0,20	0,23	0,16
Promedios	0,23	0,205	0,195

Promedio Total	0,210
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,210
Velocidad de Captura media: (ft/min)	41,338584
Desviación Estandar	0,03085

Area de la cara:(cm2)	4200
Area de la cara : (ft2)	4,520838
Caudal PCM	186,88504

Area del ducto Principal (cm^2)	600
Area del ducto Principal (ft^2)	0,645834
velocidad de transporte1 (fpm)	289,37009

Fecha:	02/08/2005
Hora:	8:45 a.m
Temperatura del aire (°C) :	25,9
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1732

Prueba N°:	2
Laboratorio:	LQG
Equipo:	Cabina B

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,10	0,01	0,08	0,01	0,05	0,01	0,03	0,03	0,01
	0,07	0,04	0,09	0,02	0,04	0,02	0,04	0,07	0,02
	0,04	0,05	0,09	0,01	0,03	0,01	0,02	0,09	0,04
	0,02	0,05	0,07	0,02	0,05	0,02	0,03	0,11	0,06
	0,01	0,03	0,06	0,09	0,06	0,03	0,07	0,13	0,08
	0,01	0,02	0,04	0,11	0,07	0,04	0,10	0,15	0,11
	0,00	0,01	0,02	0,13	0,06	0,05	0,11	0,15	0,15
	0,01	0,01	0,01	0,16	0,05	0,04	0,15	0,16	0,16
	0,02	0,00	0,00	0,21	0,04	0,05	0,13	0,15	0,17
Promedios	0,029	0,023	0,047	0,102	0,048	0,031	0,084	0,117	0,096

Promedio Total	0,064
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,0641111
Velocidad de Captura media: (ft/min)	12,620298

Area de la cara:(cm2)	11760
Area de la cara : (ft2)	12,658346
Caudal PCM	159,7521

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,19	0,13	0,10
	0,16	0,16	0,11
	0,15	0,18	0,13
	0,17	0,19	0,14
	0,19	0,20	0,15
	0,20	0,21	0,17
	0,21	0,23	0,18
	0,22	0,23	0,19
	0,21	0,24	0,20
Promedios	0,19	0,199	0,158

Promedio Total	0,182
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,182
Velocidad de Captura media: (ft/min)	35,89239
Desviación Estandar	0,0361685

Area de la cara:(cm2)	4200
Area de la cara : (ft2)	4,520838
Caudal PCM	162,26368

Area del ducto Principal (cm^2)	600
Area del ducto Principal (ft^2)	0,645834
velocidad de transporte2 (fpm)	540,61682

Fecha:	02/08/2005
Hora:	9:12 a.m
Temperatura del aire(°C):	25,9
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1732

Prueba N°:	3
Laboratorio:	LQG
Equipo:	Cabina C

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,11	0,03	0,01	0,03	0,08	0,10	0,04	0,07	0,15
	0,14	0,13	0,04	0,06	0,11	0,12	0,07	0,05	0,14
	0,11	0,14	0,06	0,09	0,12	0,12	0,10	0,06	0,11
	0,10	0,12	0,08	0,14	0,11	0,11	0,09	0,07	0,08
	0,07	0,11	0,09	0,17	0,09	0,10	0,07	0,08	0,06
	0,05	0,09	0,09	0,18	0,06	0,08	0,06	0,13	0,05
	0,07	0,09	0,07	0,17	0,05	0,07	0,05	0,12	0,05
	0,09	0,11	0,06	0,16	0,05	0,06	0,07	0,13	0,04
	0,13	0,12	0,04	0,15	0,05	0,05	0,09	0,13	0,03
Promedios	0,098	0,106	0,057	0,131	0,078	0,085	0,074	0,1	0,074

Promedio Total	0,089
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,0892222
Velocidad de Captura media: (ft/min)	17,56343

Area de la cara:(cm2)	11760
Area de la cara : (ft2)	12,658346
Caudal PCM	222,32398

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,22	0,20	0,26
	0,23	0,21	0,25
	0,22	0,22	0,24
	0,22	0,23	0,25
	0,23	0,23	0,25
	0,23	0,23	0,24
	0,23	0,24	0,24
	0,24	0,25	0,23
	0,25	0,24	0,22
Promedios	0,233	0,228	0,24

Promedio Total	0,234
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,234
Velocidad de Captura media: (ft/min)	45,997377
Desviación Estandar	0,0142595

Area de la cara:(cm2)	4200
Area de la cara : (ft2)	4,520838
Caudal PCM	207,94669

Area del ducto Principal (cm^2)	600
Area del ducto Principal (ft^2)	0,645834
velocidad de transporte3 (fpm)	862,59845

Fecha:	02/08/2005
Hora:	9:30 a.m
Temperatura del aire (°C) :	26,3
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1732

Prueba N°:	4
Laboratorio:	LQG
Equipo:	Cabina D

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,15	0,13	0,13	0,14	0,09	0,12	0,17	0,08	0,01
	0,22	0,14	0,12	0,17	0,08	0,11	0,17	0,03	0,03
	0,25	0,16	0,13	0,18	0,10	0,08	0,15	0,01	0,05
	0,25	0,16	0,13	0,20	0,11	0,07	0,14	0,00	0,06
	0,22	0,15	0,13	0,22	0,12	0,06	0,15	0,01	0,05
	0,18	0,15	0,14	0,23	0,12	0,04	0,13	0,01	0,03
	0,16	0,14	0,15	0,22	0,11	0,03	0,09	0,02	0,02
	0,15	0,13	0,16	0,20	0,12	0,06	0,06	0,03	0,01
	0,14	0,13	0,17	0,16	0,11	0,08	0,03	0,02	0,01
Promedios	0,185	0,143	0,143	0,186	0,106	0,075	0,11	0,025	0,029

Promedio Total	0,111
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,1113333
Velocidad de Captura media: (ft/min)	21,916011

Area de la cara:(cm2)	11760
Area de la cara : (ft2)	12,658346
Caudal PCM	277,42046

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,41	0,40	0,35
	0,40	0,41	0,38
	0,38	0,38	0,27
	0,37	0,34	0,18
	0,37	0,33	0,17
	0,37	0,35	0,23
	0,38	0,36	0,33
	0,38	0,37	0,34
	0,39	0,39	0,28
Promedios	0,384	0,373	0,281

Promedio Total	0,346
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,346
Velocidad de Captura media: (ft/min)	68,110238
Desviación Estandar	0,0638209

Area de la cara:(cm2)	4200
Area de la cara : (ft2)	4,520838
Caudal PCM	307,91535

Area del ducto Principal (cm^2)	600
Area del ducto Principal (ft^2)	0,645834
velocidad de transporte final (fpm)	1339,3701

Fecha:	08/08/2005
Hora:	2:25 a.m
Temperatura del aire (°C):	26,2
Altitud (m snm)	914

Prueba N°:	1
Laboratorio:	LTF 1
Equipo:	Cabina A

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,44	0,22	0,19	0,27	0,32	0,22	0,12	0,26	0,25
	0,43	0,25	0,13	0,31	0,34	0,24	0,11	0,30	0,30
	0,42	0,30	0,10	0,28	0,39	0,26	0,10	0,34	0,33
	0,43	0,34	0,11	0,29	0,41	0,28	0,08	0,36	0,29
	0,45	0,33	0,13	0,42	0,42	0,29	0,06	0,35	0,23
	0,46	0,31	0,15	0,45	0,41	0,28	0,05	0,34	0,20
	0,48	0,29	0,14	0,41	0,39	0,26	0,04	0,31	0,19
	0,46	0,27	0,15	0,43	0,37	0,24	0,03	0,29	0,20
	0,43	0,27	0,16	0,50	0,33	0,22	0,02	0,30	0,21
Promedios	0,441	0,286	0,144	0,387	0,368	0,25	0,064	0,315	0,24

Promedio Total	0,277
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,2772222
Velocidad de Captura media: (ft/min)	54,571305

Area de la cara:(cm2)	7260
Area de la cara : (ft2)	7,8145914
Caudal PCM	426,45245

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,69	0,56	0,72
	0,68	0,62	0,70
	0,69	0,68	0,67
	0,68	0,74	0,64
	0,70	0,77	0,63
	0,72	0,80	0,62
	0,73	0,83	0,61
	0,74	0,80	0,63
	0,76	0,75	0,63
	0,77	0,74	0,62
Promedios	0,716	0,729	0,647

Promedio Total	0,697
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,697
Velocidad de Captura media: (ft/min)	137,27035
Desviación Estándar en las medicion	0,0660686

Area de la cara:(cm2)	3300
Area de la cara : (ft2)	3,552087
Caudal PCM	487,59621

Area del ducto Principal (cm^2)	1200
Area del ducto Principal (ft^2)	1,291668
velocidad de transporte final (fpm)	1067,3998

Fecha:	08/08/2005
Hora:	2:45 a.m
Temperatura del aire (°C):	26,3
Altitud (m snm)	914

Prueba N°:	2
Laboratorio:	LTF 1
Equipo:	Cabina B

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,21	0,18	0,29	0,15	0,26	0,17	0,14	0,25	0,13
	0,19	0,16	0,27	0,16	0,28	0,15	0,13	0,23	0,16
	0,21	0,19	0,28	0,22	0,30	0,14	0,13	0,23	0,20
	0,24	0,22	0,30	0,23	0,33	0,12	0,14	0,22	0,21
	0,24	0,23	0,31	0,24	0,32	0,10	0,15	0,22	0,20
	0,34	0,25	0,34	0,23	0,33	0,11	0,16	0,19	0,22
	0,37	0,25	0,37	0,25	0,36	0,16	0,17	0,16	0,22
	0,39	0,23	0,39	0,24	0,35	0,20	0,16	0,14	0,23
	0,40	0,21	0,40	0,22	0,37	0,24	0,15	0,13	0,22
Promedios	0,297	0,209	0,336	0,217	0,323	0,167	0,147	0,188	0,2

Promedio Total	0,232
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,2315556
Velocidad de Captura media: (ft/min)	45,581804

Area de la cara:(cm2)	6636
Area de la cara : (ft2)	7,142924
Caudal PCM	325,58736

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,63	0,83	0,53
	0,62	0,84	0,53
	0,60	0,82	0,54
	0,59	0,78	0,53
	0,60	0,75	0,54
	0,59	0,72	0,57
	0,58	0,69	0,58
	0,57	0,66	0,59
	0,56	0,65	0,66
Promedios	0,589	0,747	0,562

Promedio Total	0,633
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,633
Velocidad de Captura media: (ft/min)	124,54069
Desviación Estándar en las medicion	0,0953373

Area de la cara:(cm2)	2370
Area de la cara : (ft2)	2,5510443
Caudal PCM	317,70881

Area del ducto Principal (cm^2)	1200
Area del ducto Principal (ft^2)	1,291668

velocidad de transporte4 (fpm)	689,90635
--------------------------------	-----------

Fecha:	08/08/2005
Hora:	3:00 p.m
Temperatura del aire (°C):	26,6
Altitud (m snm)	914

Prueba N°:	3
Laboratorio:	LTF 1
Equipo:	Cabina C

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,05	0,01	0,08	0,11	0,02	0,06	0,04	0,06	0,01
	0,06	0,02	0,05	0,10	0,05	0,07	0,02	0,08	0,02
	0,05	0,03	0,04	0,09	0,06	0,09	0,01	0,09	0,04
	0,06	0,04	0,03	0,07	0,07	0,08	0,01	0,08	0,06
	0,08	0,03	0,08	0,05	0,06	0,10	0,01	0,05	0,07
	0,10	0,02	0,10	0,08	0,03	0,09	0,01	0,07	0,06
	0,13	0,02	0,07	0,09	0,02	0,04	0,01	0,08	0,07
	0,11	0,01	0,05	0,11	0,01	0,05	0,01	0,11	0,06
	0,09	0,00	0,02	0,09	0,02	0,02	0,02	0,13	0,04
Promedios	0,079	0,018	0,052	0,087	0,038	0,063	0,0163	0,085	0,048

Promedio Total	0,054
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,0540333
Velocidad de Captura media: (ft/min)	10,636483

Area de la cara:(cm2)	6636
Area de la cara : (ft2)	7,142924
Caudal PCM	75,975592

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,02	0,06	0,12
	0,03	0,07	0,11
	0,04	0,10	0,12
	0,07	0,13	0,10
	0,09	0,14	0,08
	0,08	0,13	0,07
	0,05	0,12	0,09
	0,03	0,11	0,10
	0,04	0,12	0,12
	0,05	0,14	0,15
Promedios	0,05	0,112	0,106

Promedio Total	0,089
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,089
Velocidad de Captura media: (ft/min)	17,585302
Desviación Estándar en las medicion	0,0371329

Area de la cara:(cm2)	2370
Area de la cara : (ft2)	2,5510443
Caudal PCM	44,860885

Area del ducto Principal (cm^2)	1200
Area del ducto Principal (ft^2)	1,291668
velocidad de transporte3 (fpm)	443,9385

Fecha:	08/0/2005
Hora:	3:25 p.m
Temperatura del aire (°C):	26,8
Altitud (m snm)	914

Prueba N°:	4
Laboratorio:	LTF 1
Equipo:	Cabina D

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,03	0,17	0,18	0,14	0,13	0,02	0,05	0,03	0,02
	0,02	0,15	0,17	0,15	0,17	0,03	0,04	0,05	0,07
	0,04	0,12	0,20	0,16	0,15	0,02	0,07	0,07	0,06
	0,08	0,10	0,21	0,14	0,13	0,01	0,08	0,09	0,05
	0,09	0,08	0,19	0,12	0,12	0,01	0,11	0,10	0,03
	0,12	0,06	0,18	0,09	0,12	0,02	0,14	0,12	0,02
	0,16	0,08	0,18	0,06	0,11	0,03	0,13	0,13	0,02
	0,18	0,10	0,19	0,03	0,10	0,04	0,11	0,14	0,01
	0,17	0,14	0,20	0,02	0,09	0,05	0,08	0,13	0,00
0,09	0,16	0,19	0,01	0,07	0,06	0,05	0,12	0,00	
Promedios	0,098	0,116	0,189	0,092	0,119	0,029	0,086	0,098	0,028

Promedio Total	0,095
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,095
Velocidad de Captura media: (ft/min)	18,700788

Area de la cara:(cm2)	6636
Area de la cara : (ft2)	7,142924
Caudal PCM	133,57831

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,33	0,26	0,26
	0,32	0,24	0,28
	0,32	0,23	0,29
	0,31	0,22	0,30
	0,32	0,21	0,32
	0,31	0,20	0,33
	0,31	0,19	0,35
	0,31	0,20	0,32
	0,31	0,21	0,30
	0,30	0,23	0,27
Promedios	0,3141	0,219	0,302

Promedio Total	0,278
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,278
Velocidad de Captura media: (ft/min)	54,79659
Desviación Estándar en las medicion	0,0475253

Area de la cara:(cm2)	2370
Area de la cara : (ft2)	2,5510443
Caudal PCM	139,78853

Area del ducto Principal (cm^2)	1200
Area del ducto Principal (ft^2)	1,291668
velocidad de transporte2 (fpm)	409,20753

Fecha:	08/08/2005
Hora:	3:45 p.m
Temperatura del aire (°C):	27,3
Altitud (m snm)	914

Prueba N°:	5
Laboratorio:	LTF 1
Equipo:	Cabina E

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,27	0,27	0,38	0,18	0,23	0,22	0,16	0,16	0,14
	0,31	0,30	0,34	0,17	0,24	0,24	0,18	0,19	0,23
	0,30	0,29	0,29	0,16	0,22	0,22	0,21	0,18	0,22
	0,29	0,27	0,28	0,15	0,20	0,21	0,20	0,17	0,21
	0,29	0,26	0,22	0,16	0,18	0,21	0,22	0,16	0,18
	0,30	0,27	0,31	0,18	0,17	0,21	0,22	0,17	0,15
	0,30	0,29	0,33	0,19	0,16	0,20	0,21	0,16	0,16
	0,31	0,28	0,32	0,21	0,17	0,19	0,18	0,17	0,18
	0,32	0,25	0,31	0,20	0,18	0,18	0,14	0,16	0,19
Promedios	0,3	0,271	0,307	0,181	0,192	0,206	0,18	0,165	0,186

Promedio Total	0,221
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,2208889
Velocidad de Captura media: (ft/min)	43,482066

Area de la cara:(cm2)	9240
Area de la cara : (ft2)	9,9458436
Caudal PCM	432,46583

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,63	0,34	0,64
	0,61	0,44	0,60
	0,60	0,43	0,61
	0,59	0,42	0,61
	0,59	0,42	0,63
	0,57	0,43	0,65
	0,55	0,45	0,66
	0,57	0,53	0,61
	0,61	0,52	0,59
Promedios	0,596	0,451	0,621

Promedio Total	0,556
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,556
Velocidad de Captura media: (ft/min)	109,44882
Desviación Estándar en las medicion	0,0856456

Area de la cara:(cm2)	3300
Area de la cara : (ft2)	3,552087
Caudal PCM	388,77174

Area del ducto Principal (cm^2)	1200
Area del ducto Principal (ft^2)	1,291668

velocidad de transporte1 (fpm)	300,98426
--------------------------------	-----------

Fecha:	08/08/2005
Hora:	4:00 p.m
Temperatura del aire (°C):	26,7
Altitud (m snm)	914

Prueba N°:	6
Laboratorio:	LTF 2
Equipo:	Cabina F

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,15	0,10	0,15	0,15	0,13	0,12	0,06	0,01	0,05
	0,18	0,12	0,16	0,14	0,14	0,13	0,06	0,00	0,04
	0,21	0,13	0,17	0,16	0,15	0,15	0,07	0,01	0,06
	0,26	0,12	0,19	0,18	0,15	0,16	0,06	0,01	0,11
	0,28	0,11	0,21	0,22	0,17	0,18	0,05	0,02	0,13
	0,22	0,11	0,20	0,25	0,14	0,19	0,03	0,04	0,14
	0,16	0,14	0,20	0,27	0,12	0,20	0,07	0,07	0,15
	0,12	0,15	0,21	0,25	0,11	0,22	0,10	0,13	0,25
	0,10	0,16	0,24	0,24	0,07	0,23	0,11	0,17	0,32
Promedios	0,18	0,131	0,199	0,207	0,125	0,182	0,073	0,068	0,155

Promedio Total	0,147
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,1466667
Velocidad de Captura media: (ft/min)	28,871392

Area de la cara:(cm2)	6636
Area de la cara : (ft2)	7,142924
Caudal PCM	206,22616

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,08	0,23	0,15
	0,07	0,27	0,13
	0,09	0,24	0,12
	0,13	0,33	0,14
	0,11	0,35	0,14
	0,10	0,37	0,13
	0,09	0,33	0,15
	0,07	0,29	0,16
	0,09	0,24	0,14
Promedios	0,093	0,288	0,137

Promedio Total	0,173
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,173
Velocidad de Captura media: (ft/min)	33,989502
Desviación Estándar en las medicion	0,0909692

Area de la cara:(cm2)	2370
Area de la cara : (ft2)	2,5510443
Caudal PCM	86,708726

Area del ducto Principal (cm^2)	2000
Area del ducto Principal (ft^2)	2,15278
velocidad de transporte1 (fpm)	40,27756

Fecha:	08/08/2005
Hora:	4:20 p.m
Temperatura del aire (°C):	26,4
Altitud (m snm)	914

Prueba N°:	7
Laboratorio:	LTF 2
Equipo:	Cabina G

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,17	0,12	0,38	0,11	0,23	0,20	0,07	0,23	0,05
	0,18	0,13	0,37	0,13	0,20	0,22	0,06	0,25	0,08
	0,20	0,10	0,34	0,12	0,22	0,24	0,08	0,24	0,10
	0,21	0,08	0,29	0,13	0,23	0,28	0,10	0,22	0,09
	0,20	0,11	0,25	0,12	0,26	0,24	0,15	0,20	0,10
	0,21	0,12	0,23	0,14	0,23	0,22	0,16	0,21	0,11
	0,22	0,15	0,27	0,15	0,18	0,21	0,15	0,23	0,13
	0,24	0,17	0,25	0,16	0,16	0,19	0,17	0,24	0,12
	0,23	0,19	0,22	0,13	0,17	0,21	0,19	0,21	0,11
Promedios	0,208	0,135	0,283	0,132	0,206	0,225	0,135	0,223	0,098

Promedio Total	0,183
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,1827778
Velocidad de Captura media: (ft/min)	35,979879

Area de la cara:(cm2)	6636
Area de la cara : (ft2)	7,142924
Caudal PCM	257,00154

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,16	0,32	0,36
	0,14	0,31	0,37
	0,17	0,26	0,40
	0,19	0,27	0,41
	0,23	0,28	0,40
	0,23	0,29	0,39
	0,24	0,31	0,38
	0,25	0,33	0,33
	0,27	0,32	0,28
Promedios	0,216	0,3	0,358

Promedio Total	0,291
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,291
Velocidad de Captura media: (ft/min)	57,349083
Desviación Estándar en las medicion	0,0724323

Area de la cara:(cm2)	2370
Area de la cara : (ft2)	2,5510443
Caudal PCM	146,30005

Area del ducto Principal (cm^2)	2000
Area del ducto Principal (ft^2)	2,15278
Velocidad de transporte 2 (fpm)	108,23622

Fecha:	08/08/2005
Hora:	4:35 p.m
Temperatura del aire:	27,2
Altitud (m snm)	914

Prueba N°:	8
Laboratorio:	LTF 2
Equipo:	Cabina H

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,08	0,08	0,20	0,23	0,07	0,46	0,08	0,07	0,07
	0,13	0,09	0,14	0,19	0,08	0,42	0,14	0,07	0,10
	0,14	0,07	0,13	0,13	0,10	0,32	0,10	0,05	0,06
	0,15	0,05	0,10	0,12	0,09	0,27	0,09	0,05	0,06
	0,14	0,06	0,07	0,12	0,06	0,23	0,06	0,09	0,09
	0,09	0,08	0,10	0,11	0,07	0,20	0,05	0,12	0,18
	0,03	0,11	0,11	0,13	0,10	0,22	0,02	0,17	0,22
	0,04	0,14	0,14	0,12	0,12	0,20	0,02	0,18	0,28
	0,04	0,15	0,16	0,13	0,13	0,12	0,03	0,23	0,26
0,02	0,16	0,17	0,09	0,13	0,20	0,05	0,25	0,22	
Promedios	0,086	0,099	0,132	0,137	0,095	0,264	0,064	0,128	0,154

Promedio Total	0,129
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,1287778
Velocidad de Captura media: (ft/min)	25,349957

Area de la cara:(cm2)	6636
Area de la cara : (ft2)	7,142924
Caudal PCM	181,07282

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,20	0,24	0,21
	0,26	0,18	0,20
	0,28	0,22	0,25
	0,36	0,33	0,27
	0,35	0,31	0,34
	0,30	0,26	0,33
	0,23	0,24	0,31
	0,27	0,21	0,24
	0,29	0,22	0,23
0,17	0,24	0,21	
Promedios	0,271	0,245	0,259

Promedio Total	0,258
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,258
Velocidad de Captura media: (ft/min)	50,85302
Desviación Estándar en las medicior	0,0519339

Area de la cara:(cm2)	2370
Area de la cara : (ft2)	2,5510443
Caudal PCM	129,72831

Area del ducto Principal (cm^2)	2000
Area del ducto Principal (ft^2)	2,15278
Velocidad de transporte final (fpm)	168,49705

Fecha:	03/08/2005
Hora:	3:45 p.m
Temperatura del aire (°C):	27,3
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	993,8

Prueba N°:	1
Laboratorio:	LUSM 1
Equipo:	Cabina A

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,07	0,10	0,01	0,24	0,24	0,19	0,21	0,25	0,22
	0,06	0,11	0,02	0,23	0,25	0,15	0,22	0,26	0,20
	0,05	0,09	0,01	0,22	0,23	0,17	0,23	0,27	0,21
	0,03	0,07	0,01	0,21	0,22	0,19	0,24	0,29	0,20
	0,02	0,03	0,03	0,23	0,21	0,22	0,23	0,31	0,21
	0,03	0,04	0,04	0,25	0,20	0,27	0,22	0,33	0,22
	0,03	0,03	0,07	0,27	0,18	0,29	0,21	0,35	0,23
	0,02	0,05	0,08	0,30	0,20	0,28	0,20	0,33	0,21
	0,03	0,08	0,07	0,29	0,21	0,25	0,19	0,28	0,20
	0,04	0,09	0,06	0,30	0,22	0,23	0,20	0,25	0,20
Promedios	0,038	0,069	0,04	0,254	0,216	0,224	0,2152	0,292	0,21

Promedio Total	0,173
----------------	-------

N° de medidas:	
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,1731333
Velocidad de Captura media: (ft/min)	34,081366
Desviación Estándar	0,0958792

Area de la cara:(cm2)	13931,5
Area de la cara : (ft2)	14,995727
Caudal PCM	511,07487

Area del ducto Principal (cm^2)	1800
Area del ducto Principal (ft^2)	1,937502
Velocidad de Transporte 1 (fpm)	263,78031

Fecha:	03/08/2005
Hora:	4:15 p.m
Temperatura del aire (°C):	27,9
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	993,8

Prueba N°:	2
Laboratorio:	LUSM 1
Equipo:	Cabina B

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,21	0,24	0,13	0,18	0,23	0,22	0,01	0,29	0,13
	0,18	0,23	0,15	0,19	0,21	0,23	0,00	0,26	0,15
	0,15	0,22	0,16	0,22	0,22	0,21	0,01	0,25	0,16
	0,19	0,17	0,17	0,21	0,22	0,22	0,02	0,26	0,17
	0,20	0,12	0,13	0,20	0,21	0,21	0,03	0,23	0,16
	0,21	0,10	0,14	0,19	0,20	0,20	0,04	0,22	0,18
	0,22	0,15	0,12	0,17	0,21	0,19	0,05	0,23	0,19
	0,21	0,21	0,14	0,16	0,23	0,17	0,04	0,23	0,20
	0,22	0,19	0,16	0,18	0,24	0,15	0,02	0,21	0,21
Promedios	0,203	0,183	0,147	0,189	0,222	0,198	0,023	0,243	0,175

Promedio Total	0,176
----------------	-------

Nº de medidas:	
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,1758889
Velocidad de Captura media: (ft/min)	34,623798
Desviación Estandar	0,0649441

Area de la cara:(cm2)	13931,5
Area de la cara : (ft2)	14,995727
Caudal PCM	519,20903

Area del ducto Principal (cm^2)	1800
Area del ducto Principal (ft^2)	1,937502
Velocidad de Transporte 2 (PPM)	531,75889

Fecha:	03/08/2005
Hora:	4:45 p.m
Temperatura del aire (°C):	27,5
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	993,8

Prueba N°:	3
Laboratorio:	LUSM 1
Equipo:	Cabina C

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,22	0,13	0,04	0,32	0,22	0,16	0,24	0,21	0,20
	0,23	0,10	0,06	0,31	0,21	0,12	0,25	0,23	0,22
	0,26	0,05	0,08	0,29	0,22	0,11	0,27	0,23	0,23
	0,27	0,07	0,10	0,27	0,23	0,13	0,28	0,22	0,22
	0,24	0,08	0,13	0,25	0,24	0,14	0,27	0,21	0,21
	0,23	0,18	0,15	0,25	0,22	0,15	0,26	0,22	0,19
	0,22	0,19	0,17	0,24	0,23	0,16	0,23	0,24	0,18
	0,11	0,20	0,20	0,22	0,24	0,17	0,20	0,24	0,19
	0,05	0,19	0,21	0,21	0,23	0,19	0,18	0,24	0,20
	0,04	0,18	0,22	0,19	0,22	0,21	0,17	0,25	0,21
Promedios	0,187	0,137	0,136	0,255	0,2263	0,154	0,235	0,229	0,205

Promedio Total	0,196
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,1960333
Velocidad de Captura media: (ft/min)	38,58924
Desviación Estandar	0,0616726

Area de la cara:(cm2)	13931,5
Area de la cara : (ft2)	14,995727
Caudal PCM	578,67372

Area del ducto Principal (cm^2)	1800
Area del ducto Principal (ft^2)	1,937502
Velocidad de Transporte 3 (fpm)	830,42888

Fecha:	03/08/2005
Hora:	5:02 p.m
Temperatura del aire (°C) :	27,5
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	993,8

Prueba N°:	4
Laboratorio:	LUSM 1
Equipo:	Cabina D

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,03	0,11	0,19	0,16	0,08	0,08	0,15	0,11	0,19
	0,04	0,08	0,20	0,13	0,07	0,09	0,16	0,10	0,18
	0,02	0,05	0,19	0,11	0,08	0,08	0,18	0,11	0,15
	0,01	0,10	0,18	0,09	0,09	0,06	0,19	0,10	0,12
	0,03	0,08	0,17	0,08	0,12	0,04	0,20	0,12	0,09
	0,00	0,11	0,16	0,10	0,15	0,03	0,19	0,11	0,08
	0,01	0,12	0,15	0,09	0,16	0,02	0,17	0,10	0,10
	0,03	0,11	0,14	0,08	0,15	0,01	0,14	0,09	0,11
	0,07	0,10	0,13	0,07	0,17	0,02	0,11	0,08	0,13
	0,12	0,08	0,11	0,08	0,18	0,05	0,10	0,07	0,14
Promedios	0,036	0,094	0,162	0,099	0,125	0,048	0,159	0,099	0,129

Promedio Total	0,106
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,1056667
Velocidad de Captura media: (ft/min)	20,800526
Desviación Estandar	0,0509693

Area de la cara:(cm2)	13931,5
Area de la cara : (ft2)	14,995727
Caudal PCM	311,91901

Area del ducto Principal (cm^2)	1800
Area del ducto Principal (ft^2)	1,937502
Velocidad de Transporte 4 (fpm)	991,41917

Fecha:	08/08/2005
Hora:	8:46 p.m
Temperatura del aire (°C):	25,4
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	993,8

Prueba N°:	5
Laboratorio:	LUSM 1
Equipo:	Cabina E

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,24	0,21	0,11	0,19	0,20	0,14	0,22	0,14	0,16
	0,23	0,22	0,08	0,22	0,21	0,13	0,21	0,12	0,15
	0,23	0,23	0,06	0,23	0,20	0,14	0,22	0,13	0,14
	0,24	0,23	0,05	0,23	0,19	0,13	0,21	0,14	0,15
	0,24	0,21	0,07	0,22	0,21	0,12	0,21	0,16	0,16
	0,23	0,20	0,10	0,23	0,20	0,11	0,22	0,18	0,17
	0,22	0,20	0,12	0,23	0,22	0,11	0,23	0,19	0,17
	0,20	0,19	0,13	0,23	0,20	0,10	0,24	0,21	0,16
	0,19	0,21	0,15	0,22	0,20	0,09	0,24	0,23	0,15
	0,18	0,22	0,16	0,23	0,19	0,07	0,24	0,25	0,15
Promedios	0,22	0,212	0,103	0,223	0,202	0,114	0,224	0,175	0,156

Promedio Total	0,181
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,181
Velocidad de Captura media: (ft/min)	35,629922
Desviación Estandar	0,0501021

Area de la cara:(cm2)	11240
Area de la cara : (ft2)	12,098624
Caudal PCM	431,07302

Area del ducto Principal (cm^2)	1800
Area del ducto Principal (ft^2)	1,937502
Velocidad de Transporte 5 (fpm)	1213,9082

Fecha:	08/08/2005
Hora:	9:00 a.m
Temperatura del aire (°C):	26,1
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	993,8

Prueba N°:	6
Laboratorio:	LUSM 1
Equipo:	Cabina F

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,15	0,14	0,15	0,06	0,09	0,05	0,13	0,16	0,10
	0,14	0,13	0,15	0,07	0,08	0,06	0,14	0,15	0,11
	0,10	0,11	0,14	0,08	0,09	0,09	0,16	0,14	0,12
	0,08	0,11	0,12	0,09	0,10	0,10	0,18	0,13	0,13
	0,06	0,12	0,13	0,10	0,11	0,09	0,17	0,14	0,14
	0,07	0,14	0,13	0,09	0,11	0,07	0,15	0,15	0,13
	0,11	0,15	0,14	0,10	0,10	0,06	0,13	0,15	0,14
	0,10	0,16	0,15	0,13	0,11	0,06	0,12	0,16	0,14
	0,09	0,17	0,14	0,09	0,10	0,05	0,14	0,17	0,13
Promedios	0,1	0,141	0,138	0,091	0,1	0,066	0,148	0,153	0,126

Promedio Total	0,118
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,1181111
Velocidad de Captura media: (ft/min)	23,250219
Desviación Estandar	0,0336837

Area de la cara:(cm2)	11026
Area de la cara : (ft2)	11,868276
Caudal PCM	275,94002

Area del ducto Principal (cm^2)	1800
Area del ducto Principal (ft^2)	1,937502
Velocidad de Transporte Final (fpm)	1356,3288

Fecha:	08/08/2005
Hora:	9:35 a.m
Temperatura del aire(°C):	26,6
Altitud (m snm)	914

Prueba N°:	7
Laboratorio:	LUSM 2
Equipo:	Cabina G

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,39	0,38	0,47	0,18	0,43	0,27	0,14	0,55	0,45
	0,40	0,39	0,48	0,20	0,42	0,30	0,13	0,57	0,46
	0,39	0,40	0,47	0,22	0,40	0,33	0,09	0,58	0,45
	0,38	0,41	0,46	0,23	0,36	0,34	0,10	0,56	0,44
	0,40	0,40	0,45	0,24	0,35	0,35	0,12	0,55	0,43
	0,43	0,39	0,44	0,21	0,38	0,36	0,15	0,51	0,44
	0,42	0,40	0,41	0,17	0,42	0,37	0,12	0,52	0,45
	0,41	0,41	0,40	0,19	0,46	0,38	0,14	0,54	0,44
	0,40	0,43	0,39	0,20	0,43	0,38	0,23	0,53	0,43
Promedios	0,403	0,405	0,435	0,201	0,407	0,342	0,143	0,542	0,441

Promedio Total	0,369
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,3687778
Velocidad de Captura media: (ft/min)	72,594053
Desviación Estandar	0,1209961

Area de la cara:(cm2)	13931,5
Area de la cara : (ft2)	14,995727
Caudal PCM	1088,6006

Area del ducto Principal (cm^2)	16971,709
Area del ducto Principal (ft^2)	18,268177
Velocidad de Transporte Final (fpm)	99,527003

Fecha:	08/08/2005
Hora:	9:55 a.m
Temperatura del aire (°C):	26,6
Altitud (m snm)	914

Prueba N°:	8
Laboratorio:	LUSM 2
Equipo:	Cabina H

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,33	0,32	0,33	0,30	0,33	0,33	0,36	0,38	0,20
	0,32	0,31	0,29	0,29	0,34	0,32	0,37	0,41	0,22
	0,28	0,32	0,30	0,30	0,36	0,31	0,41	0,44	0,23
	0,29	0,31	0,32	0,31	0,37	0,29	0,42	0,45	0,24
	0,30	0,30	0,33	0,33	0,38	0,27	0,45	0,44	0,25
	0,29	0,29	0,32	0,35	0,37	0,26	0,44	0,44	0,26
	0,28	0,30	0,33	0,36	0,36	0,25	0,43	0,45	0,25
	0,27	0,29	0,32	0,35	0,35	0,26	0,42	0,46	0,23
	0,29	0,30	0,32	0,34	0,34	0,30	0,41	0,48	0,21
	0,28	0,31	0,31	0,33	0,33	0,32	0,41	0,50	0,19
Promedios	0,293	0,305	0,317	0,326	0,353	0,291	0,412	0,445	0,228

Promedio Total	0,330
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,33
Velocidad de Captura media: (ft/min)	64,960632
Desviación Estandar	0,0661629

Area de la cara:(cm2)	10434
Area de la cara : (ft2)	11,231053
Caudal PCM	729,57632

Area del ducto Principal (cm^2)	16971,709
Area del ducto Principal (ft^2)	18,268177
Velocidad de Transporte 8 (fpm) otro motor	39,937006

Fecha:	28/07/2005
Hora:	11:06 a.m
Temperatura del aire (°C):	26,2
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1782

Prueba N°:	1
Laboratorio:	LFS
Equipo:	Cabina A

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,21	0,17	0,21	0,16	0,12	0,03	0,21	0,23	0,08
	0,22	0,18	0,16	0,15	0,15	0,05	0,25	0,19	0,11
	0,21	0,19	0,13	0,14	0,14	0,07	0,24	0,21	0,13
	0,20	0,18	0,14	0,15	0,15	0,07	0,21	0,20	0,14
	0,19	0,17	0,11	0,16	0,17	0,08	0,17	0,20	0,12
	0,20	0,18	0,09	0,17	0,14	0,09	0,15	0,19	0,11
	0,20	0,19	0,07	0,19	0,12	0,08	0,13	0,20	0,09
	0,19	0,21	0,06	0,18	0,09	0,10	0,14	0,19	0,08
	0,20	0,23	0,08	0,17	0,10	0,11	0,23	0,18	0,10
Promedios	0,201	0,195	0,114	0,163	0,13	0,08	0,192	0,198	0,108

Promedio Total	0,153
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:(m/seg)	0,1534444
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	30,2056

Area de la cara:(cm^2)	6636
área de la cara: (ft^2)	7,142924
Caudal: (pcm)	215,75631

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3
V	0,37	0,36	0,37
	0,38	0,37	0,43
	0,37	0,36	0,44
	0,36	0,37	0,42
	0,35	0,38	0,40
	0,34	0,39	0,45
	0,34	0,38	0,47
	0,35	0,39	0,44
	0,36	0,40	0,43
Promedios	0,36	0,382	0,429

Promedio Total	0,390
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:(m/seg)	0,390
Velocidad d Captura me a:(ft/min)	76,837273
Desviación Estándar	0,0356693

Area de la cara:(cm^2)	2370
área de la cara: (ft^2)	2,5510443
Caudal: (pcm)	196,01529

Area del ducto Principal (cm^2)	504
Area del ducto Principal (ft^2)	0,5425006
Velocidad de Transporte final (fpm)	683,7583

Fecha:	28/07/2005
Hora:	11:30a.m
Temperatura del aire(°C):	26,3
Altitud (m snm)	914
Revoluciones del motor (rpm)	1782

Prueba N°:	2
Laboratorio:	LFS
Equipo:	Cabina B

Cara de la campana abierta totalmente:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Datos de las velocidades:

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0,25	0,19	0,22	0,15	0,08	0,15	0,17	0,09	0,10
	0,28	0,18	0,21	0,13	0,10	0,19	0,20	0,11	0,09
	0,30	0,19	0,20	0,15	0,13	0,18	0,22	0,11	0,11
	0,29	0,20	0,18	0,16	0,15	0,19	0,19	0,14	0,08
	0,32	0,19	0,17	0,17	0,17	0,18	0,20	0,16	0,09
	0,34	0,20	0,16	0,18	0,14	0,21	0,18	0,15	0,13
	0,36	0,22	0,15	0,17	0,19	0,22	0,19	0,13	0,15
	0,39	0,23	0,16	0,16	0,12	0,21	0,17	0,10	0,19
	0,35	0,24	0,15	0,14	0,07	0,17	0,19	0,07	0,21
Promedios	0,318	0,209	0,176	0,156	0,12	0,184	0,191	0,116	0,137

Promedio Total	0,179
----------------	-------

N° de medidas:	90
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:(m/seg)	0,1785556
Velocidad de Captura m a: (ft/min)	35,148733

Area de la cara:(cm^2)	6636
área de la cara:(ft^2)	7,142924
Caudal: (pcm)	251,06473

Cara de la campana a 30 centímetros:

1	2	3
---	---	---

Datos de las velocidades:

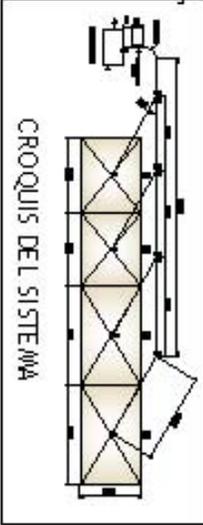
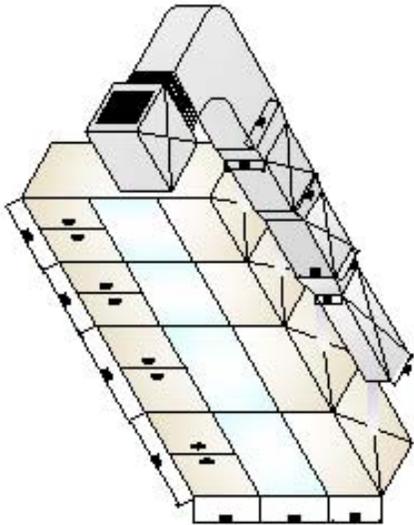
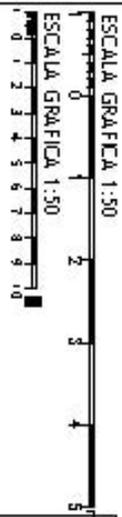
N°	1	2	3
V	0,37	0,37	0,19
	0,38	0,40	0,18
	0,43	0,31	0,20
	0,46	0,40	0,21
	0,44	0,39	0,17
	0,46	0,38	0,16
	0,45	0,37	0,19
	0,50	0,39	0,23
	0,52	0,38	0,25
Promedios	0,455	0,379	0,211

Promedio Total	0,348
----------------	-------

N° de medidas:	30
Suma de velocidades:	
Velocidad de Captura media:	0,348
Velocidad d Captura me a:(ft/min)	68,569556
Desviación Estandar	0,1126203

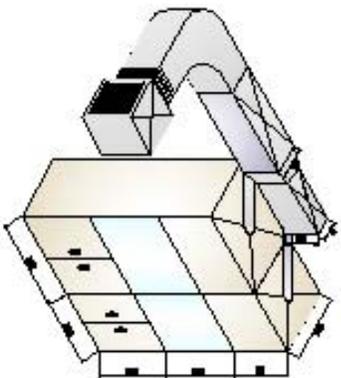
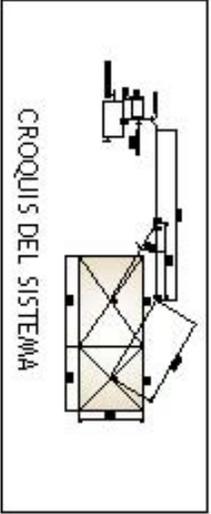
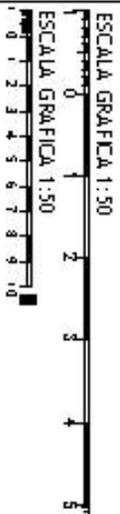
Area de la cara:	2370
área de la cara: (ft^2)	2,5510443
Caudal: (pcm)	174,92397

Area del ducto Principal (cm^2)	504
Area del ducto Principal (ft^2)	0,5425006
Velocidad de Transporte 2 (fpm)	322,44017



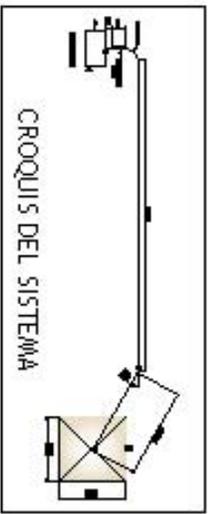
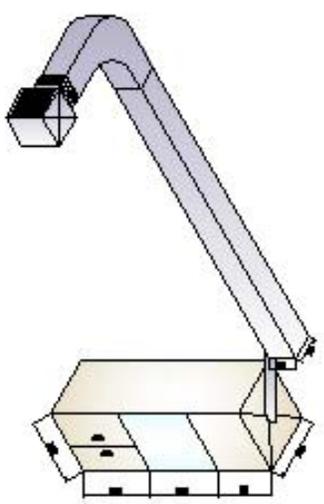
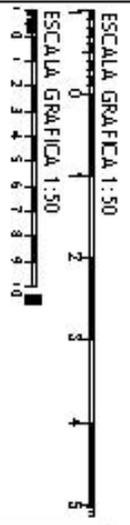
NOTA:
 La unidad o memoria es en pos. fca a escopido de las que pueden su unidad en la accion de los tubos, que van desde la cabina hasta el punto de origen o destino, con el sistema de escalas por nivel, elevador y descentralizados del proyecto.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA			
TRABAJO DE GRUPO PARA EL TÍTULO DE INGENIERO EN ARQUITECTURA DE INTERIORES			
DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA DE INTERIORES			
MECÁNICA	LABORATORIO DE INVESTIGACIONES	1.50	01/23
			01



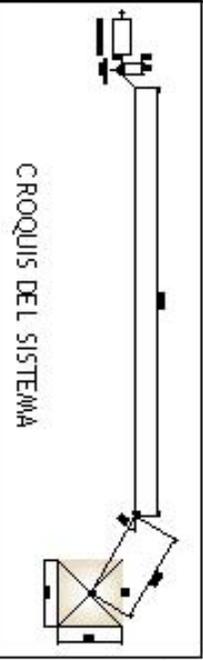
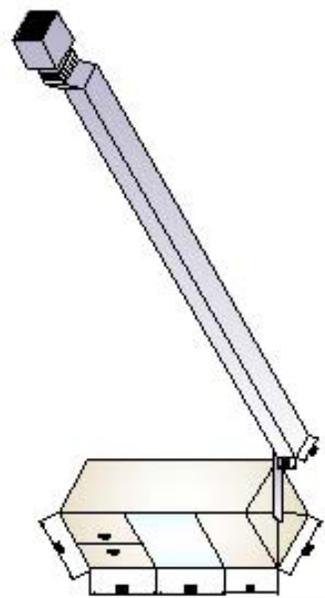
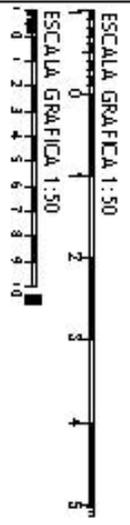
NOTA:
 *La unidad de medida es en pies. Fija el concepto de las disposiciones su unidad en la asociación.
 *Los tubos que van desde la cabina hacia el banco de tanques dimensionales de 33" y 3" en otros no se da a escala por fines estéticos y demás detalles del proyecto.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA			
TRABAJO ESPECIAL DE GRUPO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO DE LA ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA			
MATERIA	LABORATORIO FARMACIA DEL K	02	02
		23	



NOTA:
 La unidad deformada es en PVC, Pq a excepción de las que poseen su unidad en la acorralada.
 Los tubos que van desde la cámara hasta el sector de las unidades que se debe y si en otros casos se debe por otros sectores y demás cosas del proyecto.

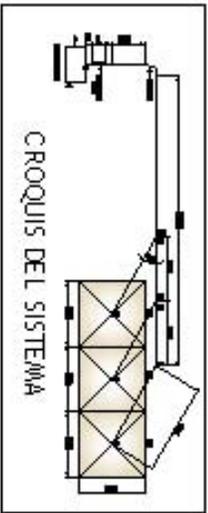
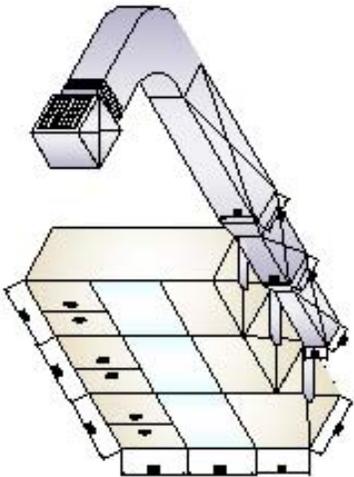
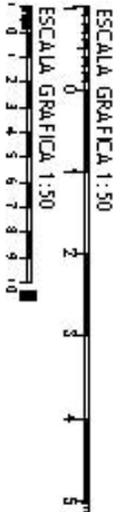
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA			
TRABAJO ESPECIAL DE GRUPO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO DE LA ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA			
ASIGNATURA	LABORATORIO DE DISEÑO DE SISTEMAS	GRUPO	03
FECHA DE ENTREGA	1.20	03	23
			03



CROQUIS DEL SISTEMA

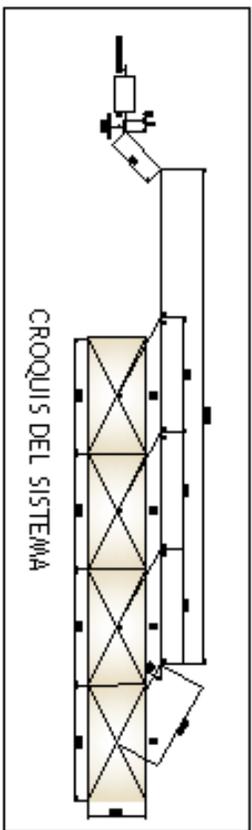
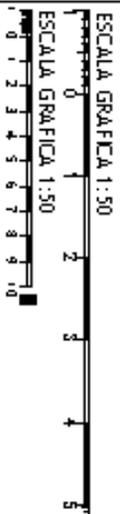
NOTA:
 * La unidad de medida es en pies, (ft.) a excepción de las que poseen su unidad en la acotación.
 * Los tubos, que van desde la cabina hasta el punto, deben dimensionarse de 0.333% en el diámetro de la escala por tres esbozos y demoliciones de los proyectos.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA			
TRABAJO ESPECIAL DE GRUPO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO DE LA ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA DE LABORATORIO CENTRAL DE VENEZUELA			
RECIPIENTE	LABORATORIO QUÍMICO 23114-1	1.50	04
		REVISIÓN	23
			04



NOTA:
 *La unidad de medida es en pies, fú a excepción de las que poseen su unidad en la anotación.
 *Los cables que van desde la cabina hacia el banco de sensores, de 1" de diámetro, no se ca a escala ni por fines estéticos y semioctavos del proyecto.

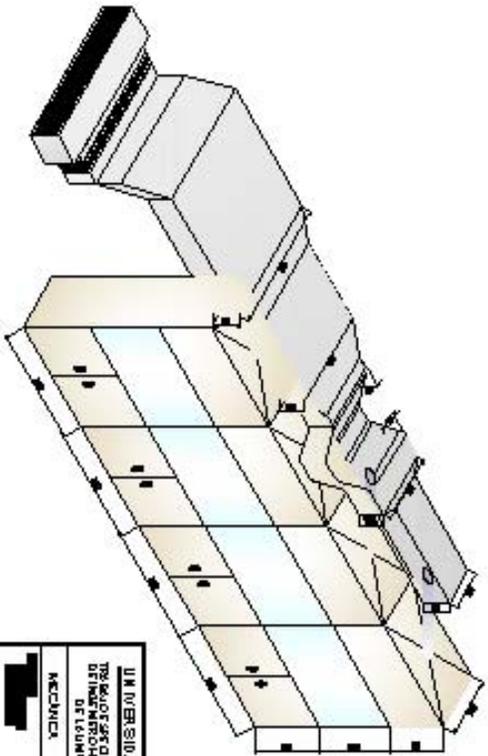
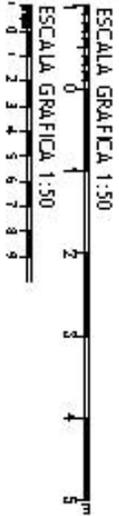
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA			
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO EN MECÁNICA DE MAQUINARIA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA			
MECÁNICA	LABORATORIO GENERAL DE INSTRUMENTACIÓN	1.30	05/23
			06



CROQUIS DEL SISTEMA

NOTA:
 *La unidad de medida es en pies, la excepción de las que poseen su unidad en la asociación.
 *Los tubos que van desde la cabina hacia el anexo tienen dimensiones de 2.5" x 9" en otros los esca a escala por fines estéticos y decorativos del proyecto.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA	
TRABAJO ESPECIAL DE GRUPO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO DE LA ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA DE LA ENERGÍA MECÁNICA CENTRAL DE VENEZUELA	
MATERIA	MECÁNICA
SEMESTRE	1.º SEMESTRE
FECHA DE ENTREGA	23/07-1

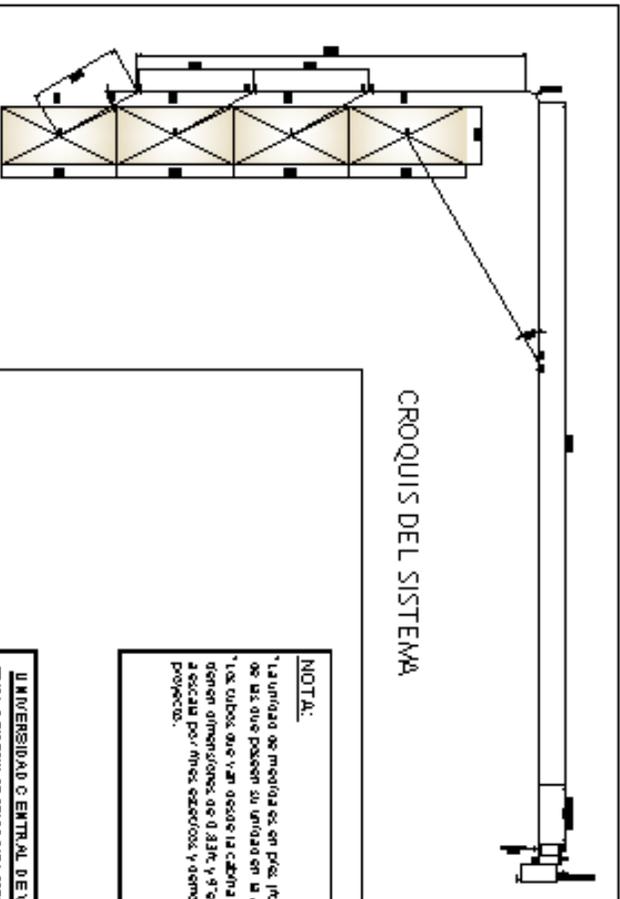


NOTA:

La unidad de medida es en pies, fu a excepción de las que poseen su unidad en la anotación. Los dibujos que van desde la cabina hasta el cuadro tienen dimensiones de 2,90 y 9 en otros no se da a escala por fines educativos y demostrativos del proyecto.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA	
TRABAJO DE GRUPO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO EN CALIDAD DE RESULTADO DE INGENIEROS DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA	
MEDICINA	
	1.50
	07/23
	07-2

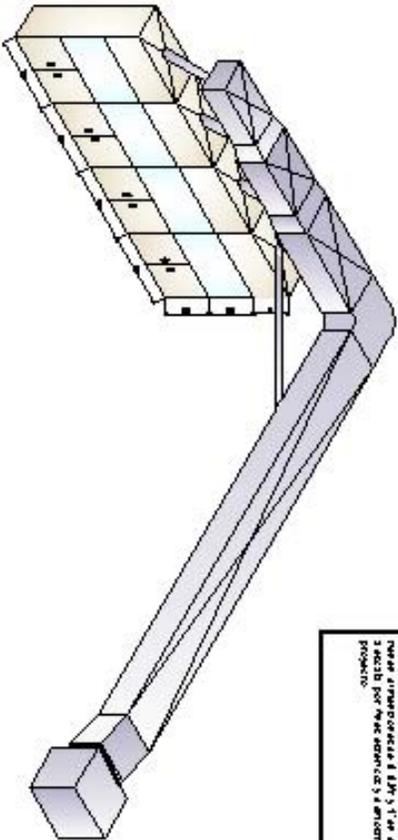
CROQUIS DEL SISTEMA



ESCALA GRAFICA 1:50
ESCALA GRAFICA 1:50

NOTA:
La unidad de medida es en pies, ft. a excepción de las que poseen su unidad en la acotación.
Los tubos que van desde la cámara hasta el orificio tienen dimensiones de 0.33ft. y 9 en otros como sea a escala por fines educativos y demás motivos del proyecto.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA	
TRABAJO ESPECIAL DE GRUPO PARA OBTENER POR SU TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO DEL LABORATORIO DE TUBERÍAS	
DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA	
RECIBIDA	LABORATORIO ORGANICO
	1.20
FECHA DE ENTREGA	23/08-1



HDTX
 1-1 Se muestra el punto de equilibrio de un sistema de un solo grado de libertad en un instante de tiempo arbitrario.
 1-2 Se muestra la trayectoria de un punto B del sistema al pasar por el punto de equilibrio. El sistema se mueve con una velocidad inicial de 1 m/s en el instante t=0.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

MECÁNICA

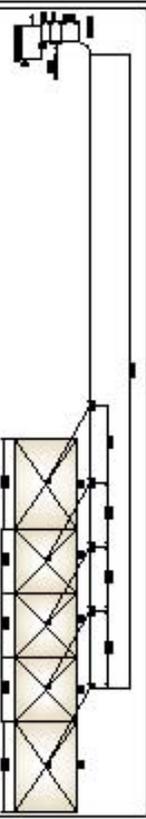
LABORATORIO DINÁMICA

175

17/03/2023

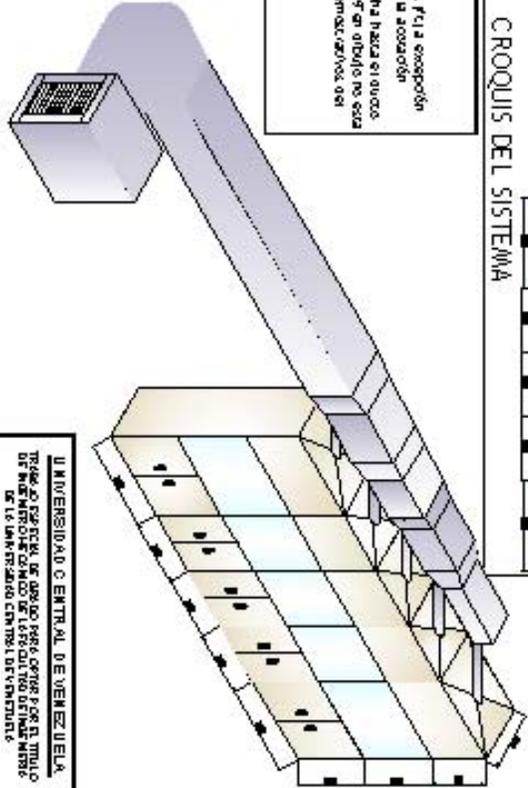
08-2

CROQUIS DEL SISTEMA

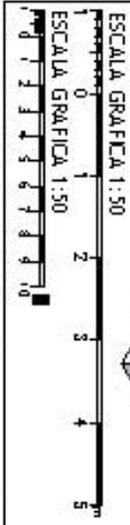


NOTA:

La unidad de medida es en pies, f'ca a excepción de las que poseen su unidad en la anotación.
Los tubos que van desde la cabina hacia el grupo tienen dimensiones de 0.58" x 1.71" en diámetro exterior a escala por fines estadísticos y demeritativos del proyecto.

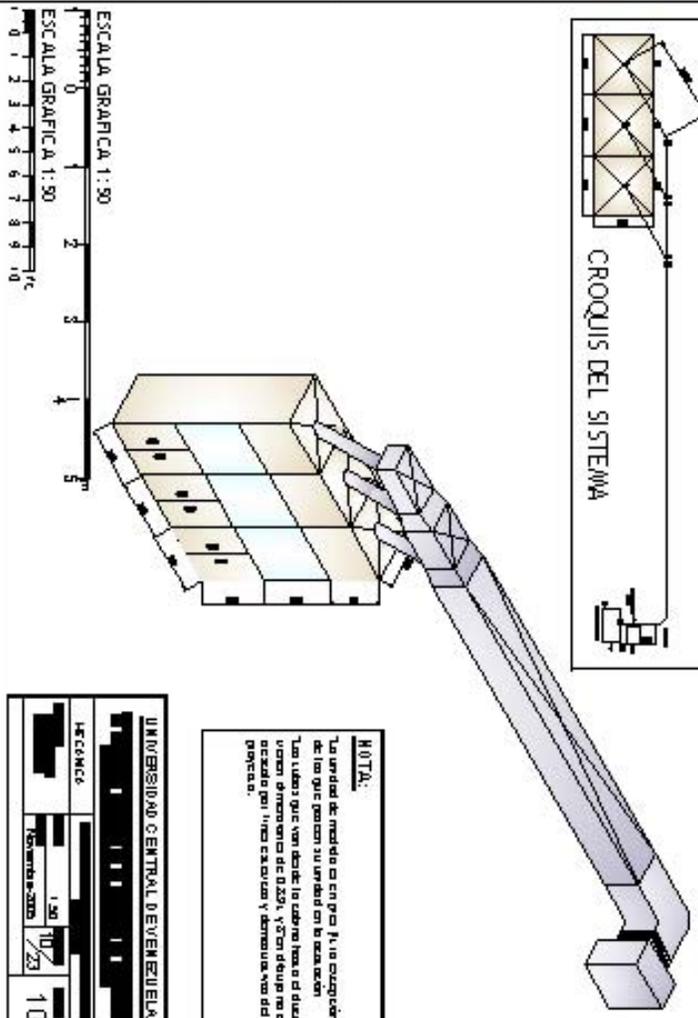


UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA	
TRABAJO ESPECIAL DE GRUPO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO EN MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA	
MECÁNICA	LABORATORIO DE MECÁNICA
ASIGNATURA	1.40
SEMESTRE	09/23
GRUPO	09





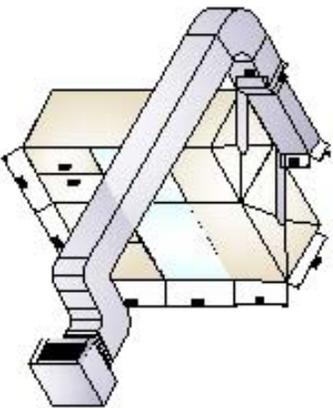
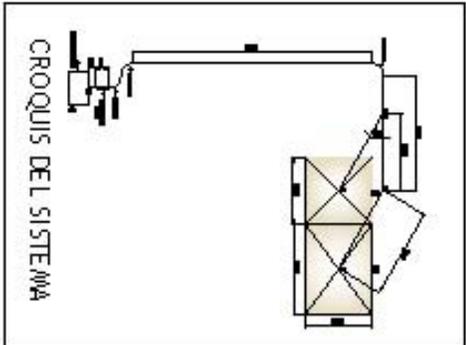
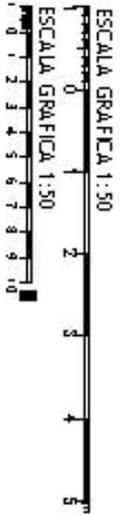
CROQUIS DEL SISTEMA



ESCALA GRAFICA 1:30
 ESCALA GRAFICA 1:30
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 m

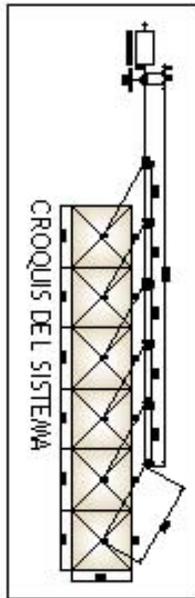
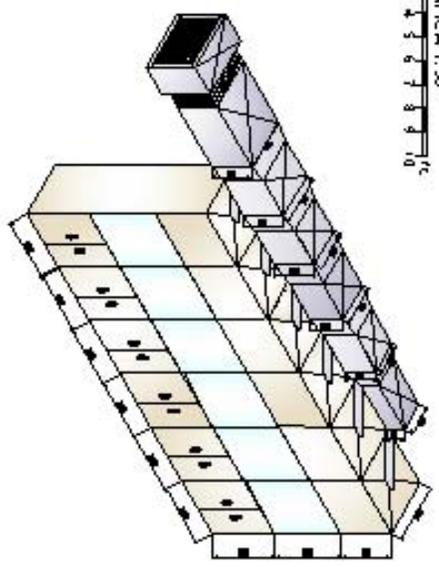
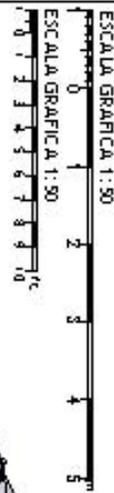
NOTA:
 La vertical de medida es en pies. La construcción de los que forman su estructura en la construcción. Los cables que van desde la cabecera hasta el diazoma tienen dimensiones de 0.250" x 3.750" después de cada oscilación por 1/16" en curvas y demuestran una vida útil prevista.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA	
FECHA:	1.30 10/23
PROYECTO:	10



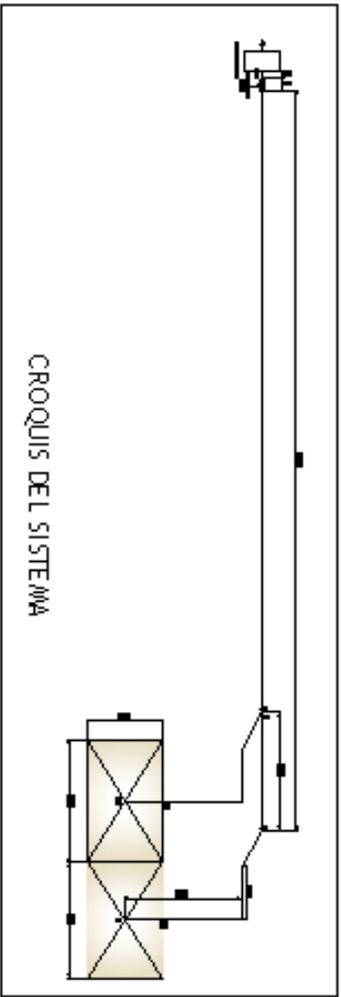
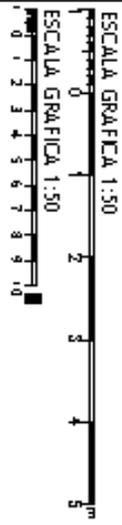
NOTA:
 La unidad de medida es en pies, (ft) a excepción de las que pasan su unidad en la acotación.
 Los tubos que van desde la cámara hasta el orificio tienen dimensiones de 1.68ft y 7" en otro como sea a escala por fines educativos y demás objetivos del proyecto.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA			
TRABAJO ESPECIAL DE GRUPO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO MECANICO DE LA ESPECIALIDAD DE MAQUINARIA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA			
LABORATORIO SATOR			
MECANICA	1.50	11	23
			11



NOTA:
 * La unidad de medida es en pies, ft y a simplificar de las que poseen su unidad en la arquitectura.
 * Los dibujos que van desde la celda hasta el cuadro tienen dimensiones de 1:16K y 8 en dibujo no está a escala por efectos estéticos y demarcación del proyecto.

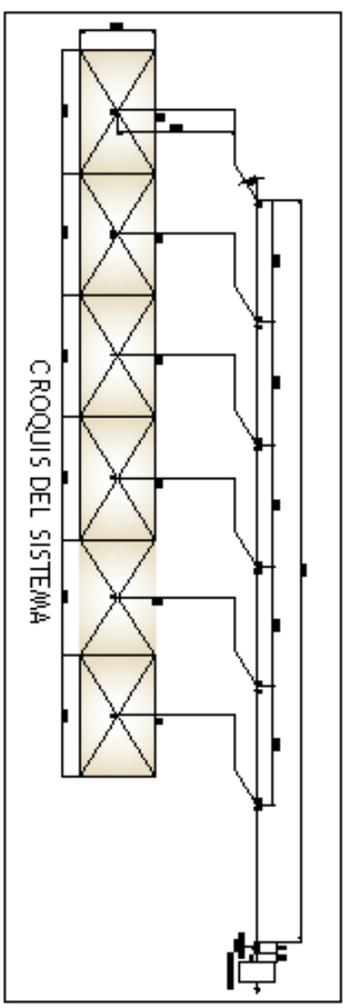
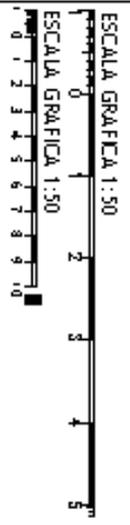
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD	
SEMESTRE N° 2008	
1.50	19/20
13	



NOTA:

- * La unidad de medida es en pies, f.c.a a excepción de las que poseen su unidad en la ecuación
- * Los tubos que van desde la cabina hacia el suelo tienen dimensiones de 1.50" y 7" en otros no se da a escala por fines estadísticos y demás archivos del proyecto.

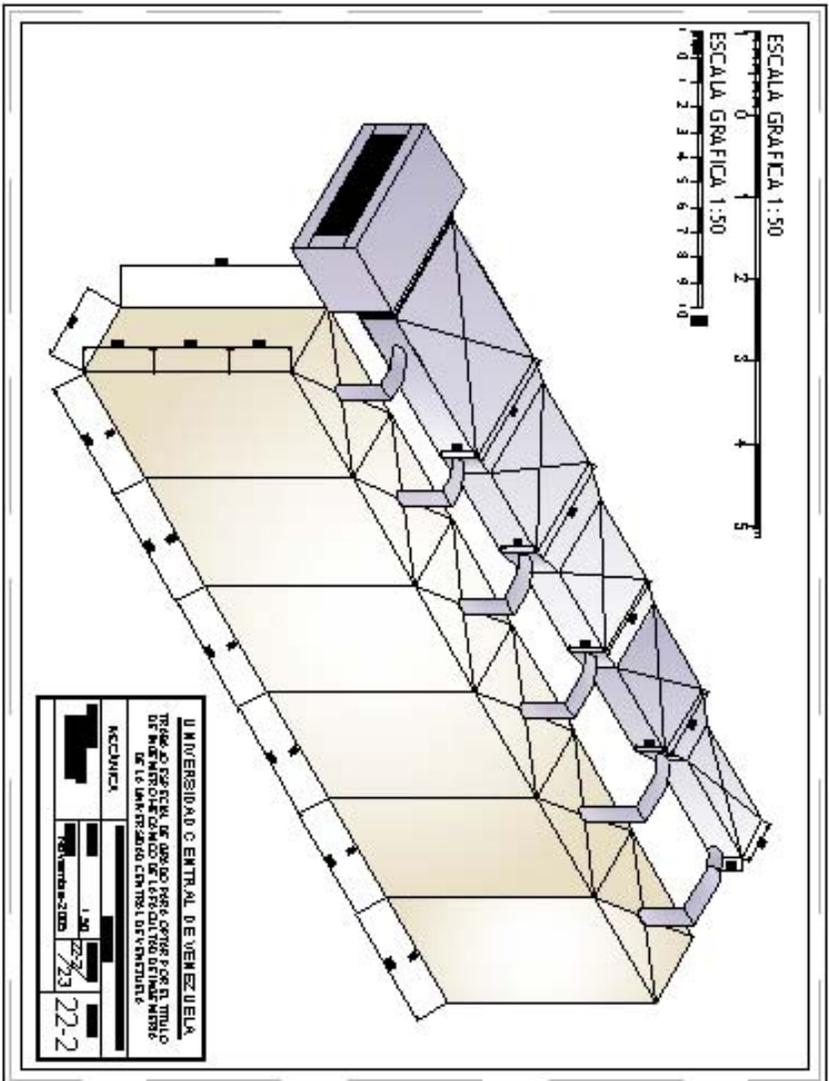
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA			
TRABAJO DE GRUPO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO EN MECÁNICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA			
MECÁNICA	251178-11	1.50	23/23-1
			23/23-1

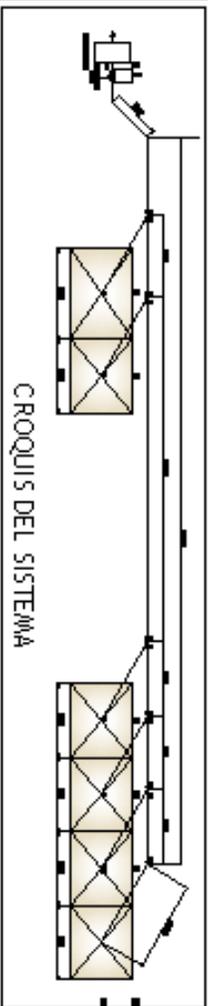
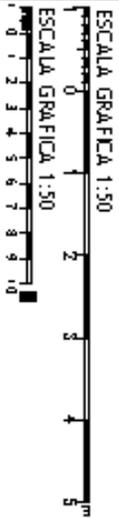


NOTA:

* La unidad de medida es en pie. (1:1 a seropositi
de las que pasan su unidad en la seropositi
* Los tubos que van desde la cabina hasta el otro
denen dimensiones de 0.75" x 1.7" en abstrato sea
a escala por otros sectores y demás detalles del
proyecto.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA	
TRABAJO ESPECIAL DE GRUPO PARA OPTAR POR EL TÍTULO	
DE INGENIERO QUÍMICO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA	
DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA	
ASIGNATURA	1.50
FECHA DE ENTREGA	23/23
GRUPO	22-1

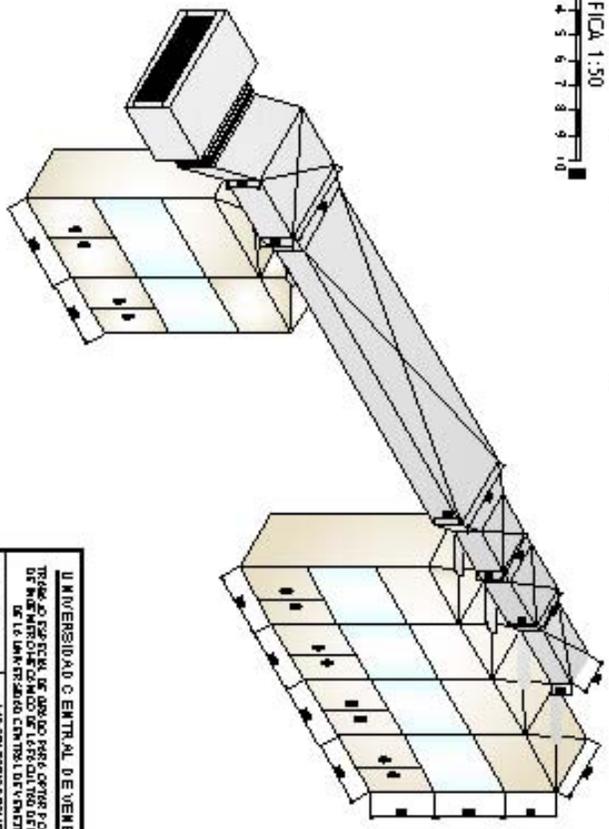




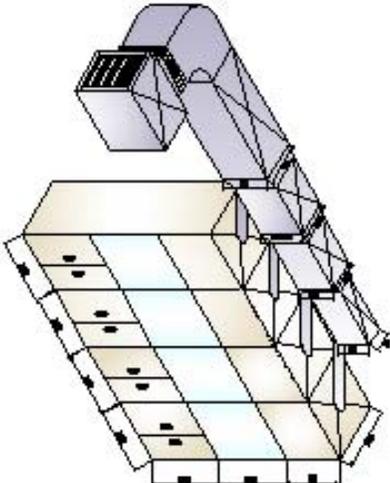
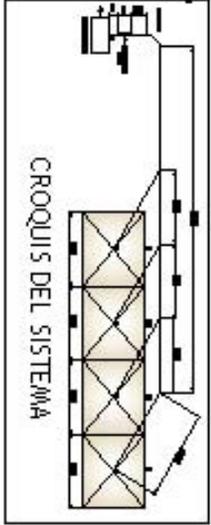
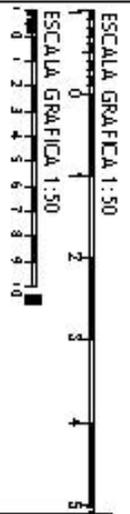
NOTA:
 La unidad de medida es en pies. Fija excepción de las que poseen su unidad en la asociación.
 Los tubos que van desde la cabina hacia el buque tienen dimensiones de 1.38" x 1/8 en ambos sentidos a escala la por fines estadísticos y demás detalles del proyecto.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA			
TRABAJO DE GRUPO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO EN MECÁNICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA			
MECÁNICA	146099 TORO ORDÓÑEZ TOLODÓ	1.30	17-23
	SANTOS I		17-1

ESCALA GRAFICA 1:50
 0 1 2 3 4 5
 ESCALA GRAFICA 1:50
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA	
TRABAJO ESPECIAL DE GRUPO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO DE LA ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA	
MECÁNICA	LABORATORIO DE INVESTIGACIONES
	SISTEMA I
	1.º SEMESTRE
	17-23
	17-2

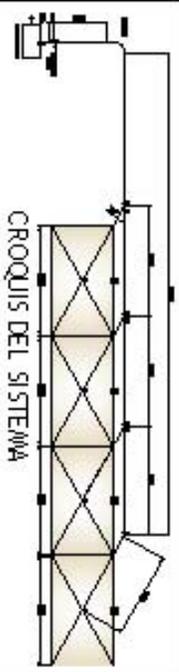
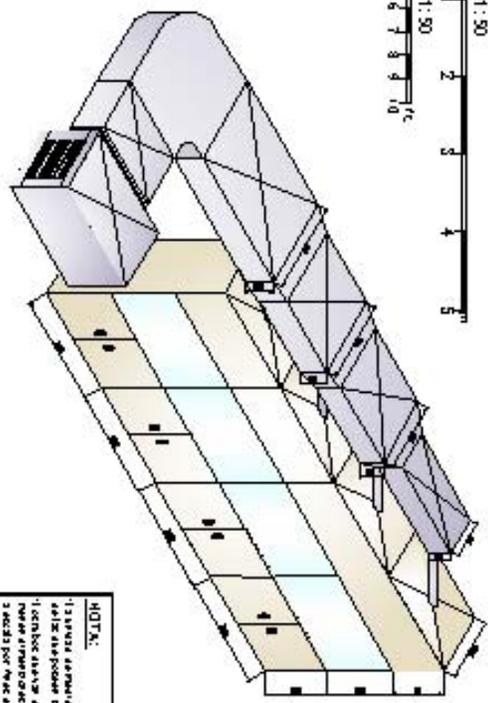
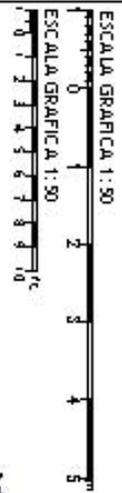


NOTA:

* La unidad de medida es en pie, (ft) a excepción de las que pasan su unidad en la acotación.

* Los tubos que van desde la cabina hasta el otro lado tienen dimensiones de 1.68m y 1.7 en otro como sea a escala por fines estadísticos y demás motivos del proyecto.

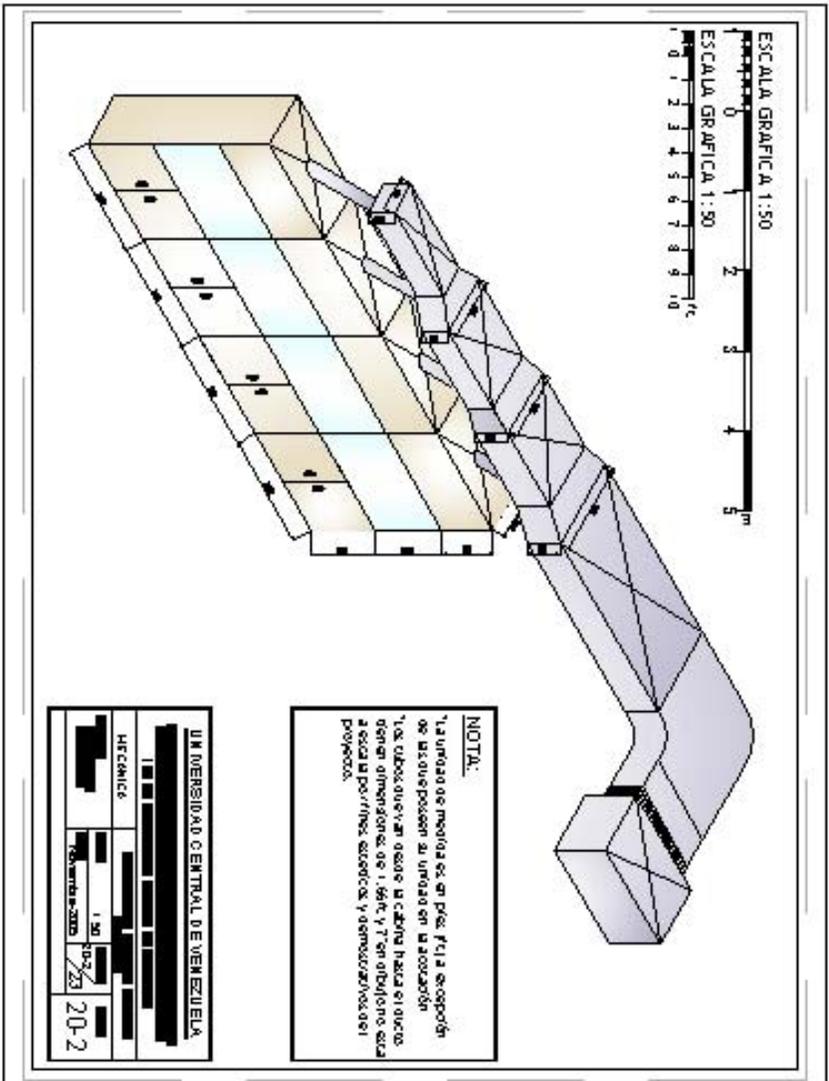
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA	
TRABAJO ESPECIAL DE GRUPO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO DE LA ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA	
MECÁNICA	LABORATORIO DE TALLERES
	SEMESTRE
	1.º SEMESTRE
	1977/78
	18

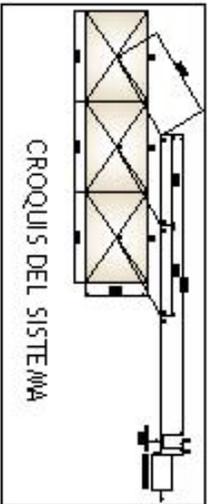
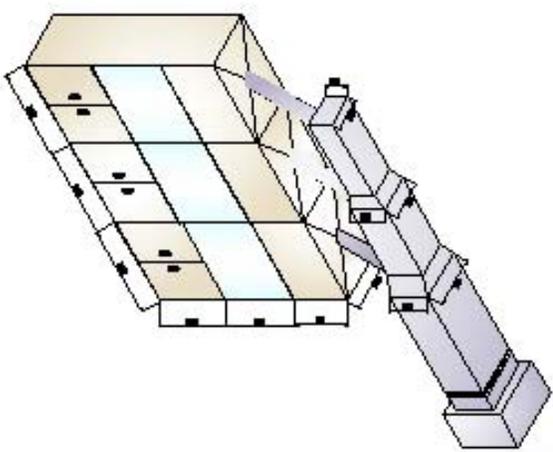
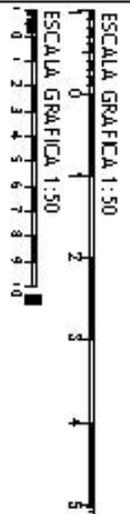


NOTA:

- La zona superior de la planta se proyecta a un espacio de 1.20m de altura para la instalación de los equipos de climatización.
- Los techos serán de tipo falso para facilitar el mantenimiento de los equipos de climatización.
- Los techos serán de tipo falso para facilitar el mantenimiento de los equipos de climatización.

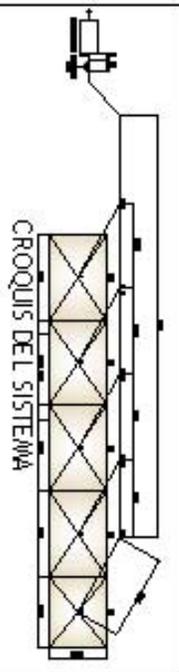
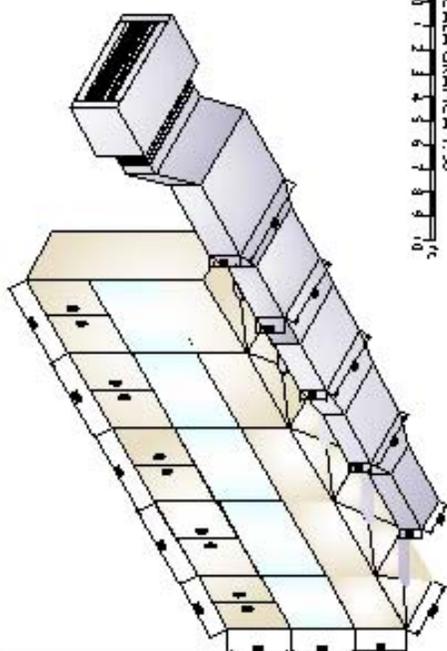
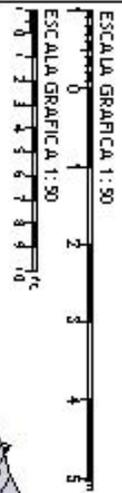
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA	
FECHA:	19/02/2019
PROYECTO:	19





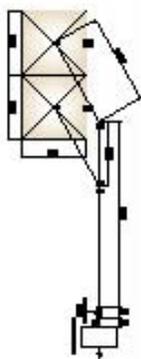
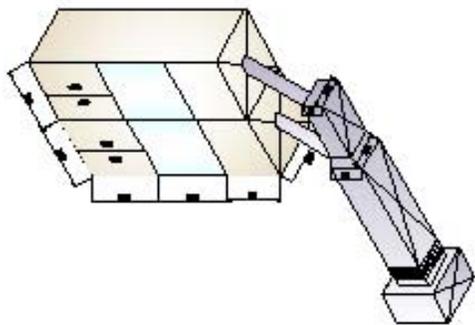
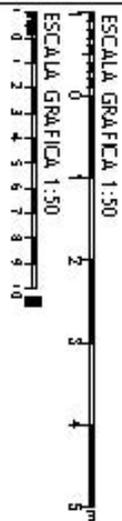
NOTA:
 *La unidad de medida es en pies, (ft) a excepción de las que pasan su unidad en la acotación.
 *Los tubos que van desde la cámara hasta el orificio tienen dimensiones de 1.68ft y 7" en el dibujo sea a escala por fines exarrollos y demás detalles del proyecto.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA	
TRABAJO ESPECIAL DE GRUPO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO DE LA ESPECIALIDAD DE MAQUINARIA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA	
MATERIA	LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD
FECHA DE ENTREGA	1.20 21/23 21



NOTA:
 La unidad de medida es en pies. Fu a excepción de los que poseen su unidad en la anotación. Los cubos que van desde la cabeza hasta el fondo tienen dimensiones de 1,66ft x 5ft en orden de su a sea la porches, escaleras y demás detalles del proyecto.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD	
1,50	14
15/01/2023	14



CROQUIS DEL SISTEMA

NOTA:

*La unidad de medida es en pies. Fija el espacio de las que poseen su unidad en la asociación.
 *Los tubos que van desde la cabina hacia el otro lado tienen dimensiones de 0.334ft. y 8 en ambos no sea a escala la por fines estético y demás cosas del proyecto.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA			
TRABAJO FINAL DE GRUPO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO EN MECÁNICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA			
MATERIA:	LABORATORIO DE PRODUCTOS METALÚRGICOS	SEMESTRE:	1º
		GRUPO:	15/23
			15